Nintendo: od GameCube'a do Horizonu

Firma, która jeszcze w GameCubie dołączała system operacyjny do każdej gry osobno, w 2006 roku zamknęła go w procesorze ukrytym w układzie graficznym, w 2011 roku zrobiła z niego system całej konsoli, w którym gra jest procesem — a dziś utrzymuje jeden system na dwóch generacjach konsol, z gniazdami sieciowymi z FreeBSD, kodami błędów z Linuksa i sklepem, który jest stroną WWW.

To jest historia oprogramowania konsol Nintendo od GameCube'a (2001) do Switcha 2 (2025), opowiedziana od strony tego, czego gracz nie widzi. Jest w niej procesor ARM, który restartuje się do innej wersji systemu, zanim pozwoli uruchomić grę, pęseta, od której wzięła nazwę grupa hakerów, imię konia w zapisie „Zeldy", błąd w krzemie NVIDII, który dało się załatać tylko nową wersją układu, i więzień spłacający Nintendo dziesięć milionów dolarów po 25 dolarów miesięcznie. Tekst rozkłada obiegowe opowieści — „Switch to FreeBSD", „Switch to Android", „IOS z Wii to iOS Apple'a", „Horizon pochodzi z 3DS" — na człony i sprawdza każdy osobno. Kończy się tym, jak Polska dostała w 2025 roku ustawienie „Polish/English" — w menu, które wciąż jest po angielsku.

> Umiejscowienie w serii: to czwarta strona księgi „Konsole". Pierwsza, **Konsole bez systemu: od Ponga do PlayStation**, kończy się na Nintendo 64 i jego bibliotece z wątkami, którą każda gra niosła ze sobą; tam też jest spór Nintendo z twórcami emulatora Yuzu i ogólna granica prawna emulacji — tu tylko nowe sprawy. Równoległe strony księgi to **PlayStation: od BIOS-u do FreeBSD** i **Xbox: konsola na jądrze NT**. Ile FreeBSD jest w Switchu i co Nintendo deklaruje w notach licencyjnych, rozbierają **FreeBSD** i **BSD w praktyce**; Linux i Android — **Linux i GNU** oraz **Android**; iOS Apple'a, z którym myli się system Wii — **iOS i iPadOS**. Pegasus i radziecki klon Game & Watch są w tekście **Gry telewizyjne w PRL**, sprzęt do emulacji — w **Retro w praktyce 2026**.

□□ Skróty użyte na tej stronie (85)

Skrót	Co znaczy
25C3, 27C3, 34C3	kolejne edycje Chaos Communication Congress, kongresu hakerów w Berlinie i Lipsku
AES	Advanced Encryption Standard: szyfr blokowy; trzy klucze AES są zapisane w pamięci OTP Starleta

Skrót	Co znaczy
AGB, CTR, NITRO/NTR, RVL, TWL, WUP	wewnętrzne kody Nintendo: GBA, 3DS, DS, Wii, DSi i Wii U
AMD, ATI	producenci układów graficznych; ATI kupiło firmę ArtX, a samo zostało przejęte przez AMD
API	Application Programming Interface: zestaw funkcji, które system lub biblioteka udostępnia programom
ARAM	dodatkowe 16 MB pamięci GameCube'a, dostępne tylko przez DMA
ARM, ARM64	architektura procesorów używana przez Nintendo od GBA po Switcha 2; ARM64 to jej odmiana 64-bitowa
ART	Android Runtime: maszyna wirtualna Androida, której w Switchu nie ma
BEE, HAC, HAD, HDH, HEG	kody płyt głównych Switcha 2, Switcha, Switcha z układem Mariko, Switcha Lite i Switcha OLED
BIOS	Basic Input/Output System: program startowy zapisany w ROM-ie konsoli
BPMP	Boot and Power Management: procesor układu Tegra zarządzający startem i zasilaniem
BSD	Berkeley Software Distribution: rodzina uniksów, z której pochodzi FreeBSD
CA, CP, XS	certyfikaty w łańcuchu zaufania, którym Wii podpisuje tytuły, pod certyfikatem głównym Root
CC, CC0, BY, SA, NC, ND	licencje Creative Commons zdjęć: uznanie autorstwa, na tych samych warunkach, niekomercyjnie, bez utworów zależnych; CC0 to zrzeczenie się praw
CCC	Chaos Computer Club: organizator kongresów, na których mówiono o Wii i Switchu
CD, DVD, miniDVD	płyty optyczne; miniDVD to nośnik gier GameCube'a
CDPR	CD Projekt Red: studio gier CD Projektu
CPU	Central Processing Unit: procesor główny
CVE	Common Vulnerabilities and Exposures: publiczny katalog numerów podatności
CVSS	Common Vulnerability Scoring System: skala oceny powagi podatności
DDH	Dolphin Development Hardware: sprzęt deweloperski GameCube'a
DDR4, GDDR3, LPDDR4, LPDDR4X, LPDDR5X, 1T-SRAM, FCRAM	rodzaje pamięci RAM w kolejnych konsolach
DMA	Direct Memory Access: dostęp do pamięci z pominięciem procesora
DMCA	Digital Millennium Copyright Act: amerykańska ustawa zakazująca m.in. obchodzenia zabezpieczeń
DOL	format plików wykonywalnych GameCube'a
ECDSA, RSA	algorytmy podpisu cyfrowego

Skrót	Co znaczy
EGL, GL, GLSL, HLSL	interfejsy i języki programowania grafiki: OpenGL, jego łącznik z systemem oraz języki shaderów OpenGL i DirectX
ELF	Executable and Linkable Format: uniksowy format plików wykonywalnych, używany też w Wii i Wii U
eMMC, UFS	rodzaje wbudowanej pamięci flash w Switchu i Switchu 2
EUR, GBP, USD	euro, funt brytyjski, dolar amerykański
FAQ	Frequently Asked Questions: odpowiedzi na częste pytania
FPGA	Field-Programmable Gate Array: programowalny układ logiczny
GBA	Game Boy Advance: przenośna konsola Nintendo z 2001 roku
GD, GR, GX	biblioteki graficzne SDK Nintendo; GX obsługiwała też układ graficzny GameCube'a
GPL, GPLv2, GNU	GNU General Public License: licencja wolnego oprogramowania projektu GNU
HDR	High Dynamic Range: obraz o rozszerzonym zakresie jasności
HOS	skrót społeczności od nazwy systemu Horizon
HTTP, SSL, TCP/IP	protokoły sieciowe: przesyłanie stron, szyfrowanie połączeń, podstawowy stos internetu
IBM	producent procesora Gekko
IOP	I/O Processor: nazwa koprocesora Starlet i Starbuck w dokumentacji społeczności
IOS	system operacyjny procesora Starlet w Wii; rozwinięcie skrótu nieznane
IOSU	następca IOS w Wii U, działający na koprocesorze Starbuck
IPC	Inter-Process Communication: komunikacja między procesami albo procesorami
IPL	Initial Program Loader: program startowy GameCube'a z menu
IR	Investor Relations: dział relacji inwestorskich Nintendo
KEY1, KEY2	klucze szyfrowania komunikacji z kartą w gnieździe Slot-1 Nintendo DS
LCD, OLED	rodzaje ekranów; OLED także nazwa modelu Switcha
LZ77, LZMA, RLE	algorytmy kompresji danych
MIDI	standard zapisu muzyki; w stylu MIDI działa sekwencer dźwięku w BIOS-ie GBA
MIOS	wariant IOS ładowany w Wii po włożeniu płyty GameCube'a, udający jego IPL
NAND	pamięć flash, w której Wii, DSi i 3DS trzymają system i tytuły
NDI	klient Nintendo instalujący środowisko, SDK i oprogramowanie zestawów deweloperskich
NES, SNES	Nintendo Entertainment System i Super NES: konsole Nintendo z lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych

Skrót	Co znaczy
NS, PM	moduły 3DS: Process Manager i moduł uruchamiający grę albo HOME Menu
NT	jądro systemów Windows NT, użyte w Xboksie
NVD	National Vulnerability Database: amerykańska baza podatności
NX	robocza nazwa Switcha
OS	Operating System: system operacyjny
OSS	Open Source Software: wolne oprogramowanie, którego kod Nintendo publikuje
OTP	One-Time Programmable: pamięć jednorazowego zapisu z kluczami
PC	komputer osobisty
PID	Process Identifier: numer procesu
PPE	PPE.pl: polski serwis o grach
PRL	Polska Rzeczpospolita Ludowa
PS3, PS4, PS5	kolejne konsole PlayStation
PXI	łącze między procesorami ARM9 i ARM11 w 3DS
RAM, ROM	pamięć operacyjna i pamięć tylko do odczytu
RAMPID	identyfikator procesu w Cafe OS; aplikacja na pierwszym planie ma numer 7
RCP	koprocesor graficzny Nintendo 64
RPA	Republika Południowej Afryki
RPL, RPX	formaty bibliotek i programów Wii U, odmiany ELF
SD, microSD	karty pamięci
SDK	Software Development Kit: zestaw narzędzi i bibliotek dla twórców gier
SHA, SHA-1, SHA-256	funkcje skrótu kryptograficznego
SIMD	Single Instruction, Multiple Data: jedna instrukcja na wielu danych naraz
SMC	Secure Monitor Call: instrukcja, którą Horizon woła Secure Monitor
SNS	serwisy społecznościowe
TEV	programowalny etap łączenia tekstur w układzie Flipper
TSEC	jednostka bezpieczeństwa w układzie Tegra Switcha
USA	Stany Zjednoczone Ameryki
USB	uniwersalna magistrala szeregowa; przez nią wyzwalano Fusée Gelée
VGC	Video Games Chronicle: serwis o grach
W^X	ochrona pamięci: strona zapisywalna albo wykonywalna, nigdy jedno i drugie

Skrót	Co znaczy
WWW	sieć stron internetowych; w Switchu technologia sklepu eShop
XOR	alternatywa wykluczająca; użyta w szyfrowaniu IPL GameCube'a

Leksykon: nazwy i pojęcia z tej strony (42)

Nazwa	Co to jest
ACCESS	japońska firma, autor przeglądarki NetFront Browser NX w konsolach Nintendo od 3DS
ArtX	firma Wei Yena, projektant układu Flipper, kupiona przez ATI
Atmosphère, Mesosphère	otwarte oprogramowanie dla Switcha i jego otwarta reimplementacja jądra Horizonu
boot ROM	program startowy zapisany w krzemie układu; nie da się go zaktualizować
Broadway, Gekko	procesory PowerPC Wii (729 MHz) i GameCube'a (486 MHz)
Cafe OS	system Wii U na PowerPC: mikrojądro z procesami chronionymi W^X
Conquest Entertainment	czeska firma z Pragi, dystrybutor Nintendo w Polsce od 2014 roku
Dolphin	nazwa kodowa GameCube'a, a dziś emulator GameCube'a i Wii
Dolphin OS	minimalny system GameCube'a, opisywany jako część IPL i wywoływany przez gry z oficjalnego SDK
fail0verflow	grupa badaczy bezpieczeństwa, wywodząca się z Team Twiizers; autorzy ShofEL2
Flipper, Hollywood	układ graficzny GameCube'a i jego następca w Wii, w którego pakiecie siedzi Starlet
Fusée Gelée	błąd w programie startowym układów Tegra, opublikowany w kwietniu 2018 roku
game-key card	karta Switcha 2 bez danych gry, będąca kluczem do jej pobrania
GameChat	usługa czatu głosowego i wideo w systemie Switcha 2
HOME Menu, System Menu	powłoki systemowe: 3DS (HOME Menu) oraz Wii i DSi (System Menu)
Homebrew Channel	kanał Wii do uruchamiania programów amatorskich, od 2016 roku z otwartym kodem
Horizon	nazwa systemu 3DS i Switcha używana w społeczności; Nintendo jej publicznie nie stosuje
Kernel9, Process9, Kernel11	mikrojądra i główny proces 3DS na procesorach ARM9 i ARM11
Lukas Toys, Stadlbauer	kolejni dystrybutorzy Nintendo w Polsce przed Conquest Entertainment
Mariko	poprawiona wersja układu Tegra X1 w Switchu od 2019 roku, Lite i OLED
MIG	flashkarty z gniazdem microSD do Switcha 2, po których włożeniu blokowano konsole

Nazwa	Co to jest
modchip, flashkarta	układ przerabiający konsolę i kartridż z gniazdem karty pamięci zamiast gry
NATIVE_FIRM, TWL_FIRM, AGB_FIRM, SAFE_FIRM	cztery firmware'y 3DS: system, tryb DSi, tryb GBA i tryb awaryjny
NetFront Browser NX	komponent przeglądarki na WebKicie, na którym działa m.in. eShop
NintendoWare Bezel Engine	silnik gier Nintendo dla Switcha i Switcha 2, ze skryptami w Lua
nnCompat	moduły Switcha 2 podmieniające funkcje SDK w grach Switcha 1
PICA200	układ graficzny 3DS firmy DMP
PictoChat	komunikator do rysowania i pisania wbudowany w firmware DS
Pixel C, Shield TV	tablet Google i odtwarzacz NVIDII z tym samym układem Tegra X1 co Switch
PSOload	sposób uruchamiania programów na GameCubie przez aktualizacje „Phantasy Star Online”
Ryujinx, Yuzu	emulatory Switcha zamknięte w 2024 roku
Secure Monitor, TrustZone	bezpieczny tryb procesorów ARM i działający w nim nadzorca Switcha
slab	pula z góry przydzielonych obiektów jednego rodzaju w jądrze Horizonu
Stagefright	framework multimedialny Androida, którego część ma być w Switchu
Starlet, Starbuck	procesory ARM z systemem IOS w Wii i z IOSU w Wii U
sysmodules	moduły systemowe Horizonu dostarczające usługi
Team Twiizers	grupa hakerów Wii, nazwana od pęsety
Team Xecuter	grupa sprzedająca komercyjne modyfikacje i modchipy do Switcha
Tegra X1, T239	układy NVIDII w Switchu i Switchu 2
Twilight Hack	furtka do homebrew na Wii przez zapis gry „Twilight Princess”
WarioWorld	dawna strona Nintendo dla twórców gier, zastąpiona przez portal deweloperski
WebKit	silnik przeglądarki internetowej, podstawa NetFrontu

Zakres. Exploity, homebrew, przeróbki i flashkarty opisuję wyłącznie jako historię i spór prawny — kto, kiedy, jaki skutek, jaki wyrok — bez instrukcji obchodzenia zabezpieczeń. Nintendo nie publikuje opisu architektury swoich systemów; szczegóły techniczne pochodzą z analiz Rodrigo Copettiego, z wiki społeczności (WiiBrew, WiiUBrew, 3dbrew, SwitchBrew, DSiBrew) i z wykładów badaczy bezpieczeństwa. Liczby sprzedaży to dane Nintendo o dostawach do sieci handlowych.

Wprowadzenie: od biblioteki w grze do systemu konsoli

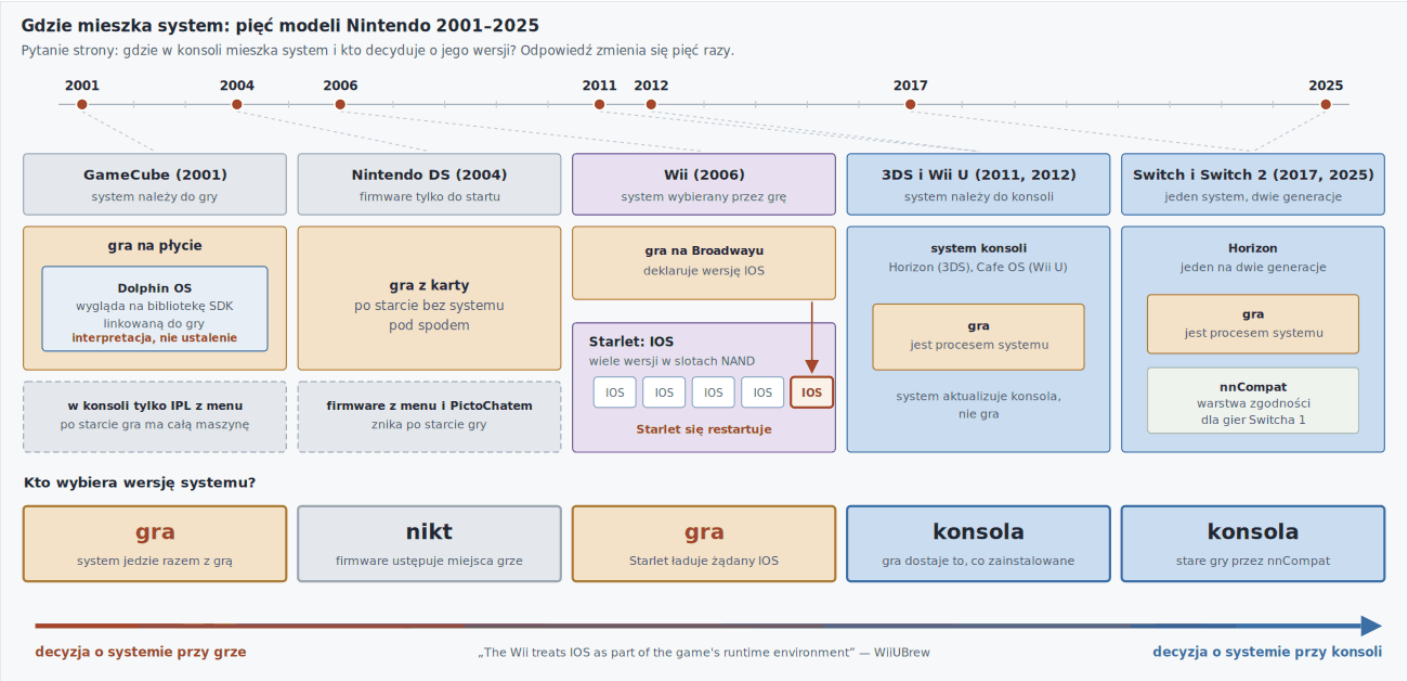
Prolog: Nintendo przed GameCube'em

Przez dwie dekady Nintendo sprzedawało urządzenia, w których systemu operacyjnego w zwykłym sensie nie było. Kieszonkowe Game & Watch — których radziecki klon trafił do Polski jako „Wilk i Zając” — były grami w obudowie. NES, którego w Polsce oficjalnie nie sprzedawano, i Famicom, wzór Pegasusa, miały w konsoli tylko zamek pilnujący kartridża. Strona **Konsole bez systemu: od Ponga do PlayStation** kończy tę epokę na Nintendo 64, w którym system z wątkami i priorytetami siedział w każdym kartridżu osobno: „The kernel is automatically embedded when using Nintendo's libraries”.

Nintendo Game & Watch „Mario Bros.” (MW-56) z 1983 roku — dwuekranowa gra kieszonkowa z cza

Nintendo Game & Watch „Mario Bros.” (MW-56) z 1983 roku — dwuekranowa gra kieszonkowa z czasów, gdy Nintendo nie potrzebowało żadnego systemu: program, ekran i przyciski tworzyły jedno urządzenie do jednej gry. Źródło: finna.fi, CC BY 4.0, autor: Turun kaupunginmuseo.

Ta strona zaczyna się tam, gdzie tamta się kończy, i stawia jedno pytanie: gdzie w konsoli Nintendo mieszka system i kto decyduje o jego wersji? Odpowiedź zmienia się pięć razy w ciągu ćwierć wieku. Najlepiej oddaje ten zwrot zdanie z wiki WiiUBrew: „The Wii treats IOS as part of the game's runtime environment” — Wii traktuje swój system jako część środowiska gry, a Wii U jako część platformy konsoli. Cała strona jest rozwinięciem tej różnicy.



Rysunek 1. *W ciągu ćwierć wieku decyzja o tym, który system działa, przeszła od gry do konsoli: w GameCubie gra niosła system ze sobą, w Wii wybierała jego wersję spośród zainstalowanych, a od 3DS-a i Wii U system należy do urządzenia, a gra jest jego procesem.*

Rozbiór obiegowych opowieści

Prawie każde z krążących zdań ma prawdziwy rdzeń i prawie każde myli warstwy. Szczegóły i źródła są w dalszych rozdziałach.

Teza	Werdykt	Dlaczego
„GameCube nie ma systemu”	pół-mit	Ma IPL z menu i minimalny „Dolphin OS”, ale bez procesów i ochrony pamięci; po starcie gra ma całą maszynę.
„Wii ma jeden system, który się aktualizuje”	przewraca się	Wiele wersji IOS w slotach; Starlet restartuje się do tej, której żąda gra.
„IOS z Wii to iOS Apple'a”	przewraca się	Mikrojądro Nintendo na procesorze ARM w układzie graficznym Wii, od 2006 roku. Rozwinięcia skrótu nie znamy.
„Horizon pochodzi z 3DS”	broni się	System Switcha to „a further development” systemu 3DS. Czy „Horizon” to nazwa nadana przez Nintendo — sporne.
„Horizon zaczął się na 3DS”	częściowo	Idea mikrojądra na procesorze bezpieczeństwa jest starsza (IOS w Wii); dowodu na wspólny kod nie ma.

Teza	Werdykt	Dlaczego
„Switch działa na FreeBSD”	przewraca się	Własne mikrojądro. Z FreeBSD jest stos gniazd sieciowych — z numerami błędów z Linuksa.
„Nintendo ukrywa kod FreeBSD”	przewraca się	Nintendo publikuje archiwa kodu otwartego niemal dla każdej wersji systemu Switcha.
„Switch to Android, bo ma Tegrę z Shielda”	przewraca się	Wspólny układ z Shield TV i Pixelem C, ale bez jądra Linux i bez ART; z Androida najwyżej Stagefright i fragmenty stosu graficznego (niepewne).
„Fusée Gelée jest nie do załatania”	prawda dla pierwszej wersji układu	Błąd w ROM-ie układu jest programowo nienaprawialny; nowa wersja krzemu (Mariko) go nie ma.
„Switch 2 emuluje Switcha 1”	przewraca się	Gry działają natywnie; moduły nnCompat podmieniają wybrane funkcje bibliotek.
„Nintendo pozwało Ryujinx”	przewraca się	Pozwu nie było — była propozycja porozumienia.
„Switch 2 ma polskie menu od XI 2025”	przewraca się	Wersja 21.0.0 dodała ustawienie „Polish/English” dla gier; menu zostało angielskie.

Co w konsoli Nintendo jest „systemem” — i po co

Księga zadaje każdej konsoli to samo pytanie: co pełni rolę systemu i dlaczego producent go potrzebował. Tabela jest moją syntezą danych z dalszych rozdziałów.

Konsola	Procesor gry	Procesor „systemowy”	Co jest „systemem”	Kto wybiera wersję
GameCube (2001)	Gekko (PowerPC), 486 MHz	brak	IPL z menu + biblioteka „Dolphin OS” z SDK	gra
GBA (2001)	ARM7TDMI, 16,78 MHz	brak	BIOS 16 KB z procedurami	—
DS (2004)	ARM946E-S, ok. 67 MHz	ARM7TDMI (wejście-wyjście)	firmware z menu; znika po starcie gry	—
Wii (2006)	Broadway (PowerPC), 729 MHz	Starlet (ARM926)	IOS — mikrojądro z modułami-procesami	gra

Konsola	Procesor gry	Procesor „systemowy”	Co jest „systemem”	Kto wybiera wersję
DSi (2008)	ARM9	ARM7	System Menu z NAND, sklep	restart przy przejściu
3DS (2011)	ARM11 MPCore	ARM9 (Kernel9, Process9)	Horizon: Kernel11, procesy, usługi	konsola
Wii U (2012)	PowerPC	Starbuck (IOSU)	Cafe OS — mikrojądro z procesami W^X	konsola
Switch (2017)	Tegra X1	BPMP, TSEC, Secure Monitor	Horizon: mikrojądro, usługi, moduły systemowe	konsola
Switch 2 (2025)	T239	nie ustalono	Horizon + GameChat	konsola; stare gry przez nnCompat

Powody istnienia systemu zmieniały się szybciej niż sprzęt. W GameCubie warstwa systemowa oszczędza pracy programistom i pilnuje płyty. W Wii pilnuje przede wszystkim tego, żeby nikt poza Nintendo nie mógł niczego zainstalować — Nintendo staje się, jak pisze Copetti, „the sole distributor of content”. W Switchu 2 system nagrywa ostatnie minuty czatu, podczas gdy gra działa obok. Gra, która w GameCubie dostawała całą maszynę, dziś ją dzieli.

Kryptonimy i harmonogram

Nintendo oznacza urządzenia kodami — w nowszych konsolach trzyliterowymi — które trafiają na płyty główne, do nazw zestawów deweloperskich i trybów zgodności. W takiej postaci używają ich też wiki społeczności badaczy.

Konsola	Kod	Skąd wiadomo
Game Boy Advance	AGB	tryb AGB_FIRM w 3DS
GameCube	Dolphin	Dolphin SDK, Dolphin OS, sprzęt DDH
Nintendo DS	NITRO / NTR	DS-NITRO-SDK
Wii	Revolution / RVL	prefiks RVL na płytach, „Revolution SDK”
Nintendo DSi	TWL	tryb TWL_FIRM w 3DS
Nintendo 3DS	CTR	jednostka deweloperska CTR-BOX
Wii U	Cafe / WUP	nazwa systemu Cafe OS
Switch	NX / HAC	Iwata (2015), „Horizon/NX kernel”, płyta HAC-CPU
Switch Lite / OLED	HDH / HEG	płyty HDH-CPU-02, HEG-CPU-01

Konsola	Kod	Skąd wiadomo
Switch 2	BEE	płyta BEE-CPU-01

Daty premier zebrane są w ściągawce na końcu strony. Nazwa „NX” ma dokładne źródło: Satoru Iwata powiedział 8 maja 2015 roku, że użył jej „during our joint press conference with DeNA on March 17” 2015 roku.

GameCube (2001): gra ma całą maszynę

Gekko, Flipper i naklejka ATI

Procesor GameCube'a, **IBM Gekko**, to PowerPC z zegarem 486 MHz — pochodna PowerPC 750CXe (ulepszonego G3), do której IBM dodał „50 new SIMD instructions”, tak zwane paired singles, operujące na parach liczb zmiennoprzecinkowych. Ma 64 KB pamięci podręcznej pierwszego poziomu i 256 KB drugiego. Układ graficzny **Flipper** zaprojektowała firma **ArtX**, założona przez Wei Yena, wcześniej szefa prac nad koprocesorem RCP w Nintendo 64. ArtX kupiło ATI (potem przejęte przez AMD) — stąd naklejka ATI na obudowie. Flipper ma programowalny etap łączenia tekstur TEV z szesnastoma etapami, wbudowane 1 MB pamięci tekstur i 2 MB bufora Z oraz procesor sygnałowy dźwięku firmy Macronix. Pamięć główna „Splash” to 24 MB 1T-SRAM; do tego 16 MB **ARAM**, dostępnej tylko przez DMA, po ośmiobitowym łączu szeregowym.

Nintendo GameCube z 2001 roku — konsola, w której system był biblioteką dołączaną do każdej gry

Nintendo GameCube z 2001 roku — konsola, w której system był biblioteką dołączaną do każdej gry, a w samym urządzeniu siedział tylko program startowy z menu. Źródło: berlin.museum-digital.de, CC BY-SA 4.0, autor: Computerspielemuseum Berlin.

IPL i „Dolphin OS”

Czy GameCube ma system operacyjny? Copetti pisze, że w układzie IPL, pełniącym rolę BIOS-u, siedzi „an operating system called **Dolphin OS**”, „a very minimal OS that will take care of initialising the hardware”, a gry zbudowane oficjalnym SDK „will implicitly execute these calls during low-level operations”. Po starcie działa „Main Menu”: animacja startowa, uruchamianie gry z płyty, ustawienia zegara, zapisów na karcie pamięci i dźwięku.

Moim zdaniem model, który z tego wynika, jest bliższy Nintendo 64, niż sugeruje słowo „system”. To interpretacja, nie ustalenie: skoro gry z oficjalnego SDK same wykonują wywołania „Dolphin OS”, biblioteka „OS” — z inicjalizacją, wątkami i alarmami — wygląda na część Dolphin SDK **linkowaną do gry**, a IPL na program, który inicjuje sprzęt, pokazuje menu i przekazuje grę, która ma potem całą maszynę, bez ochrony pamięci i bez procesów. Czy „Dolphin OS” rezyduje w IPL, w grze, czy w obu miejscach, nie udało mi się ustalić w źródle pierwotnym. Najostrożniejsza formuła: GameCube ma mini-system, który gra najpewniej zabiera ze sobą, i program startowy, który się wycofuje.

Sam IPL był szyfrowany prostym schematem z operacją XOR. Hakerzy znaleźli błąd w sprzętowym deszyfrowaniu tego kodu, co pozwoliło zastępować go własnymi programami startowymi — pierwszy z wielu przykładów na tej stronie, w których pomysł był dobry, a zawiodło wykonanie.

Dolphin SDK i DDH

„Dolphin” to nazwa kodowa GameCube'a. Programiści dostawali Dolphin SDK z biblioteką **GX** do układu graficznego, kompilatory C i C++, środowisko **CodeWarrior** firmy Metrowerks, narzędzia Cygnus i Cygwin oraz sprzęt **DDH** (Dolphin Development Hardware). Ta nazwa żyje dziś gdzie indziej: emulator GameCube'a i Wii nazywa się **Dolphin** — wraca on w rozdziale o prawie.

Płyta jako zamek i PSOload

Nośnikiem była płyta miniDVD o pojemności do 1,4 GB[1]. Zabezpieczenie tworzyły własne kody kreskowe po wewnętrznej stronie płyty i szyfrowanie, a o oryginalności płyty decydował kontroler napędu z własnym procesorem. Modchipy pokonały ten kontroler, ale żaden nie pozwalał czytać zwykłych płyt CD i DVD bez przeróbki obudowy.

Ciekawsza droga prowadziła przez sieć. **PSOload** wykorzystywał to, że „Phantasy Star Online” pobierało aktualizacje jako niepodpisane pliki wykonywalne DOL — przechwycona aktualizacja mogła więc być dowolnym programem. Wymagało to oryginalnej gry i adaptera sieciowego, więc piratom nic nie dawało, a programistom amatorom dawało wszystko.

> GameCube miał też **Game Boy Player** — podstawkę pod konsolę, która grała w gry Game Boya i GBA natywnie, bo miała w sobie sprzęt GBA; GameCube odbierał tylko obraz i dźwięk przez ARAM. Zgodność przez dołożenie starego krzemu — ten pomysł wróci w Wii i w 3DS.

Przenośne: GBA, DS i DSi

Game Boy Advance: BIOS jako biblioteka w ROM-ie

Game Boy Advance (Japonia, 21 marca 2001) ma procesor **ARM7TDMI** z zegarem 16,78 MHz. Wektor resetu wskazuje „a 16 KB ROM” — BIOS, który inicjuje sprzęt, pilnuje ochrony przed kopiowaniem, odtwarza animację startową i wykonuje „the same boot checks” co pierwszy Game Boy, czyli sprawdza logo Nintendo w nagłówku kartridża (mechanizm znaku towarowego ze strony **Konsole bez systemu: od Ponga do PlayStation**).

Nintendo Game Boy Advance z 2001 roku — przenośna konsola z procesorem ARM7TDMI i szesnast

Nintendo Game Boy Advance z 2001 roku — przenośna konsola z procesorem ARM7TDMI i szesnastokilobajtowym BIOS-em, który poza sprawdzaniem kartridża udostępniał grom procedury matematyczne, dekompresję i sekwencer dźwięku. Źródło: berlin.museum-digital.de, CC BY-SA 4.0, autor: Computerspielemuseum Berlin.

Poza startem BIOS jest zbiorem procedur, które gra może wywołać: dzielenie, pierwiastek i arcus tangens, dekompresja RLE, LZ77 i Huffmana, macierze afiniczne do obracania grafiki, kopiowanie pamięci, zasilanie, sekwencer dźwięku w stylu MIDI i **Multiboot** — wysłanie programu do drugiego GBA kablem; bez kartridża bootloader „waits indefinitely for an external device to send a Multiboot program”. Jest też nieudokumentowana procedura włączająca tryb Game Boya Color. Copetti ma w opisie GBA rozdział „Operating System”, ale opisuje w nim właśnie ten BIOS. W języku tej księgi to „BIOS jako biblioteka w ROM-ie”, jak w pierwszej PlayStation, a nie system.

Game Boy Color CGB-001 w czerwonej obudowie, model z 1998 roku — poprzednik GBA, w którego

Game Boy Color CGB-001 w czerwonej obudowie, model z 1998 roku — poprzednik GBA; BIOS nowej konsoli ma nieudokumentowaną procedurę włączającą tryb Game Boya Color. Źródło: technischesmuseum.at, CC BY-NC-ND 4.0, autor: Technisches Museum Wien.

Nintendo DS: dwa procesory i firmware z PictoChatem

Nintendo DS (Ameryka 21 listopada 2004) ma główny procesor **ARM946E-S** (ok. 67 MHz) i pomocniczy **ARM7TDMI** (ok. 34 MHz) do wejścia-wyjścia, dźwięku i Wi-Fi — „no other processor can connect directly to the I/O”. Każdy startuje z własnego BIOS-u: 4 KB na szynie ARM9, 16 KB na szynie ARM7. Nowością jest **firmware** w 256 KB pamięci flash: powłoka z ekranem głównym, ustawieniami, Download Play (pobieraniem programu od innej konsoli) i komunikatorem **PictoChat**. Gdy rusza gra, firmware znika, a gra dostaje oba procesory.

> Nintendo poprawiało firmware DS około pięciu razy — ale tylko w nowych partiach produkcyjnych. Użytkownik aktualizacji nie dostawał: konsola miała do końca życia wersję z fabryki. Kilka lat później Wii pobierało aktualizacje przez internet, a Wii U witało w dniu premiery ponadgodzinną aktualizacją.

Nintendo DS Lite z 2006 roku, odchudzona odmiana Nintendo DS — dwa ekrany, dwa procesory ARM

Nintendo DS Lite z 2006 roku, odchudzona odmiana Nintendo DS — dwa ekrany, dwa procesory ARM i firmware z menu, który po starcie gry ustępował jej całą maszynę. Źródło: finna.fi, CC BY-NC-SA 4.0, autor: Museo Leikki.

Szyfrowany slot i flashkarty

Komunikacja z kartą w gnieździe Slot-1 jest szyfrowana: klucz KEY1 wynika z kodu gry i używa algorytmu **Blowfish**, KEY2 jest od niego pochodny. BIOS procesora ARM7 weryfikuje kartę przy starcie. Programy z Download Play musiały mieć podpis RSA-1024 ze skrótem SHA-1, a klucz prywatny miało tylko Nintendo. SDK nazywał się **DS-NITRO-SDK** i zakazywał omijania swoich interfejsów.

Kartridż Nintendo DS z grą „Dogz” — karta do gniazda Slot-1, z którą konsola rozmawiała protokołem

Kartridż Nintendo DS z grą „Dogz” — karta do gniazda Slot-1, z którą konsola rozmawiała protokołem szyfrowanym algorytmem Blowfish; tego protokołu Nintendo nie mogło zmienić bez zepsucia gier już sprzedanych. Źródło: technischesmuseum.at, CC BY-NC-ND 4.0, autor: Technisches Museum Wien.

Historia obejść to ciąg nazw — PassMe, WiFiMe, FlashMe, PassMe2, NoPass — zakończony kartami do gniazda Slot-1 z czytnikiem microSD, takimi jak R4. Nintendo nie mogło tego zatrzymać, bo zmiana szyfrowania kart zepsułaby gry, które już były w sklepach. Zabezpieczenie zapisane w krzemie konsoli i w każdym kartridżu nie dawało się zaktualizować — ten sam problem wróci przy Fusée Gelée w Switchu.

DSi: przenośna konsola z modelem Wii

Nintendo DSi (Japonia, 1 listopada 2008) to z punktu widzenia oprogramowania inna konsola niż DS. **DSi System Menu** to według DSiBrew „software shipped pre-installed on every DSi”: uruchamia gry z kart, kanały i aplikacje **DSiWare** z DSi Shop. Wygląda jak menu Wii, a przycisk zasilania w trakcie gry wraca do menu jak Home na Wii. Ale oprogramowanie nigdy nie „wraca” do menu — konsola restartuje się od pierwszego etapu startu. To wciąż nie jest system wielozadaniowy, tylko model Wii w kieszeni: NAND, instalowane tytuły, sklep, menu jako aplikacja i restart przy każdym przełączeniu.

Nintendo DSi z 2008 roku — pierwsza przenośna konsola Nintendo z pamięcią NAND, instalowanymi

Nintendo DSi z 2008 roku — pierwsza przenośna konsola Nintendo z pamięcią NAND, instalowanymi aplikacjami DSiWare i sklepem; powrót z gry do menu oznaczał w niej pełny restart. Źródło: technischesmuseum.at, CC BY-NC-ND 4.0, autor: Technisches Museum Wien.

Sklep okazał się śmiertelny w sensie, w jakim nie był nim żaden kartridż. DSi Shop zamknięto 31 marca 2017 roku, bo zamknięcie „allows us to focus our resources on current and upcoming products and services”. W Ameryce Północnej było w nim wtedy około 530 tytułów DSiWare.

Wii (2006): pierwszy prawdziwy system — na osobnym procesorze

Broadway, Hollywood i ukryty Starlet

Wii w trakcie prac nazywało się „Revolution” — stąd prefiks **RVL** na płytach głównych i „Revolution SDK”. Na pierwszy rzut oka to GameCube przyspieszony o połowę: procesor **Broadway** to PowerPC na bazie 750CL z zegarem 729 MHz, a układ graficzny w pakiecie **Hollywood** jest identyczny z Flipperem, tylko pracuje z zegarem 243 MHz. Do 24 MB 1T-SRAM doszło 64 MB GDDR3, a system, kanały i dane użytkownika mieszczą się w 512 MB pamięci NAND.

Nintendo Wii RVL-001 — prefiks RVL pochodzi od roboczej nazwy „Revolution”; w środku, w pakiecie

Nintendo Wii RVL-001 — prefiks RVL pochodzi od roboczej nazwy „Revolution”; w środku, w pakiecie graficznym Hollywood, pracuje niewidoczny dla gracza procesor ARM z własnym systemem. Źródło: technischesmuseum.at, CC BY-NC-ND 4.0, autor: Technisches Museum Wien.

Prawdziwa nowość jest niewidoczna. W pakiecie Hollywood siedzi drugi procesor: **Starlet**, ARM926EJ-S z zegarem 243 MHz, z własnym ROM-em i RAM-em (rozszerzenia Jazelle i jednostka zarządzania pamięcią nie są używane). Starlet rezerwuje dla siebie około 12–16 MB pamięci GDDR3. To na nim, a nie na procesorze gry, pracuje system operacyjny Wii.

IOS: mikrojądro na procesorze, którego gracz nie widzi

System Starleta nazywa się **IOS**. Copetti opisuje go jako system zbudowany z **mikrojądra**, które steruje procesorem ARM, uruchamia procesy i rozmawia ze sprzętem przez sterowniki, z rdzeniem kryptograficznym (AES, SHA-1). IOS startuje pierwszy po wciśnięciu zasilania, a jego zadanie to „to offload the workload of the main CPU”. WiiBrew wylicza jego usługi: USB, sieć, bezpieczeństwo,

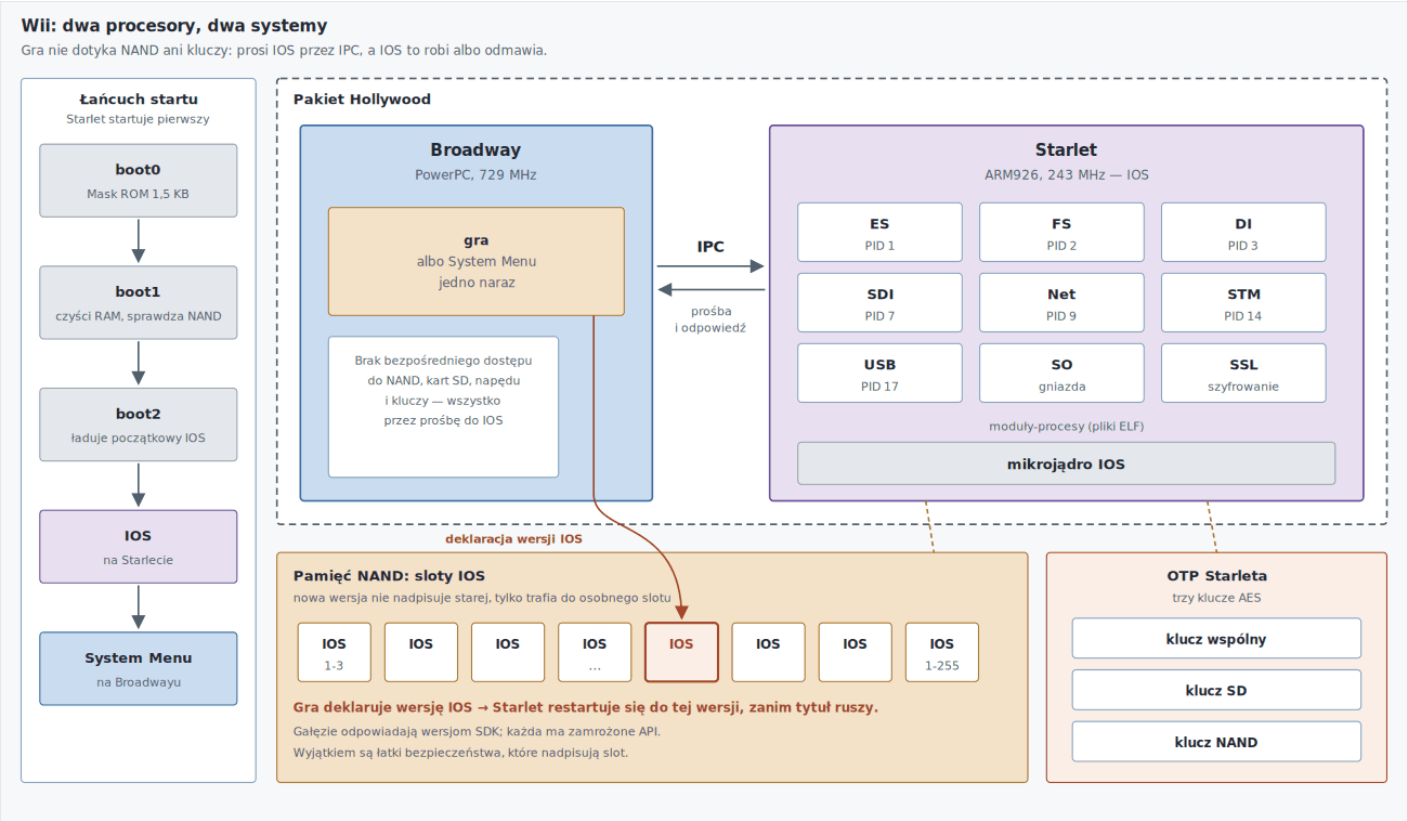
zarządzanie aplikacjami, pamięć NAND, karty SD, napęd optyczny i WiiConnect24.

Moduły IOS to pliki ELF i zarazem procesy z identyfikatorami — lista z WiiBrew wygląda jak przykład z podręcznika:

Moduł	Co robi	PID
ES — „ETicket Services”	instalacja tytułów, bezpieczeństwo	1
FS — „Flash Filesystem”	system plików NAND	2
DI — „Disc Interface”	napęd optyczny	3
SDI	sterownik kart SD	7
Net	sieć	9
STM	zasilanie i diody	14
USB	magistrala USB (z USB_HID, USB_MSC i innymi)	17
SO, SSL, WD/WL	„TCP/IP stack (sockets)”, szyfrowanie połączeń, Wi-Fi	—

Sterowniki jako osobne procesy i komunikacja międzyprocesowa — to klasyczna architektura mikrojądrowa. Starsze wersje IOS, sprzed IOS28, były jeszcze monolityczne. Broadway i Starlet rozmawiają przez IPC oparte na dwóch rejestrach z każdej strony: gra prosi IOS o plik, odczyt płyty czy połączenie, a IOS to robi albo odmawia. Gra nie ma bezpośredniego dostępu do pamięci NAND ani do kluczy.

> WiiBrew przytacza hipotezę, która domyka klamrę z GameCube'em: „The IPC SDK library seems to have copies of some IOS syscalls”. Możliwe, że IOS planowano jako bibliotekę SDK — jak Dolphin OS — i zrezygnowano z tego, „when there was no way to keep that secure”. To hipoteza autorów wiki; gdyby była prawdziwa, Nintendo odkryłoby w trakcie prac, że systemu wkompilowanego w grę nie da się zabezpieczyć.



Rysunek 2. *W Wii system nie działa na procesorze gry: pracuje na ukrytym procesorze ARM, który startuje pierwszy, trzyma klucze i pamięć NAND, a przed uruchomieniem tytułu przeładowuje się do wersji systemu, której ten tytuł żąda.*

Sloty: gra wybiera system

Najdziwniejsza cecha IOS to sposób aktualizacji. Nowe wersje nie nadpisują starych, tylko trafiają do **osobnych slotów** w NAND; wyjątkiem są łatki bezpieczeństwa — „This was only for security reasons”. Każda gra i każdy kanał deklaruje wymaganą wersję IOS, a Starlet **restartuje się do tej wersji**, zanim tytuł ruszy. Według WiiBrew IOS dzieli się na gałęzie odpowiadające wersjom SDK, „Each branch is apparently specified to have a completely frozen API”, a zainstalowane gałęzie zajmują sloty o identyfikatorach od `1-3` do `1-255`. Są „bliźniaki”, „shadow versions”, a nawet wariant różniący się od innego wyłącznie domyślnym rozmiarem bufora TCP.

Płyta z grą „Wii Sports” z 2006 roku — jak każdy tytuł na Wii, gra deklaruje wersję systemu IOS, któ

Płyta z grą „Wii Sports” z 2006 roku — jak każdy tytuł na Wii, gra deklaruje wersję systemu IOS, której potrzebuje, a konsola przed jej uruchomieniem przeładowuje procesor Starlet do tej wersji.

Źródło: technischesmuseum.at, CC BY-NC-ND 4.0, autor: Technisches Museum Wien.

Nintendo kupiło w ten sposób pewność, że gra z 2006 roku zobaczy ten sam system, z którym ją testowano. Zapłaciło tym, że w konsoli żyły równolegle stare wersje IOS z błędami, poprawionymi tylko w nowszych gałęziach — a te stare wersje okazały się dla hakerów kopalnią.

Skąd nazwa IOS

Rozwinięcia skrótu nie znamy. Copetti podaje nieoficjalne „Input/Output Operating System”; WiiBrew pisze, że rozwinięcie jest nieznane, i wymienia popularne „IOP Operating System” i „Independent Operating system”[2]. Nintendo zapisuje nazwę wielkimi literami i nie ma ona nic wspólnego z iOS Apple'a — wspólne są tylko litery.

Start w trzech etapach i trzy klucze

1. **boot0** — 1,5 KB Mask ROM w Starlecie; sprawdza pierwsze 96 KB pamięci NAND względem skrótu w pamięci jednorazowego zapisu OTP, a przy błędzie zapętla się w nieskończoność.
2. **boot1** — czyści 64 MB GDDR3, deszyfruje i weryfikuje resztę NAND.
3. **boot2** — ładuje początkowy IOS i uruchamia Broadwaya z System Menu.

W OTP Starleta są trzy 128-bitowe klucze AES: **common key**, wspólny dla wszystkich Wii i stanowiący pierwszą warstwę szyfrowania tytułów, klucz kart SD i klucz NAND. Tytuły są podpisane RSA-2048 w łańcuchu certyfikatów Root, CA, XS i CP. Copetti widzi główne zadanie IOS w odciążaniu procesora gry; moim zdaniem równie ważnym powodem jego istnienia jest kontrola nad tym, co wolno zainstalować.

MIOS i System Menu

Zgodność z GameCube'em Wii zapewnia po swojemu: w konsoli jest sprzęt GameCube'a, a system się przebiera. Po włożeniu płyty GameCube'a Starlet ładuje wariant **MIOS**, który emuluje oryginalny IPL GameCube'a.

To, co gracz uważa za „system Wii”, czyli **System Menu** z kanałami, działa na Broadwayu, nie na Starlecie. Wii Shop Channel sprzedawał gry WiiWare i Virtual Console. Ostatnia aktualizacja systemu, **4.3E**, przyszła w czerwcu 2010 roku; sklep zamknięto 30 stycznia 2019 roku.

Homebrew na Wii: jak padło (historia)

Abstrakt wykładu, który podsumował tę historię, brzmiał jak recenzja: Wii „contains a sophisticated security architecture that withstood over a year of concerted effort to hack the device”; „The design itself is impressive”, ale „flaws in the implementation (both subtle and severe) render the

device easily hacked”.

Pęseta i strncmp

Pierwsze podejście prowadziło przez tryb GameCube'a: po programie GameCube'a około trzech czwartych pamięci GDDR3 nie było czyszczone. Członkowie grupy zwierali **pęsetą** punkty na płycie, przełączając banki RAM, i tak dotarli do kluczy AES. Od pęsety — *tweezers* — wzięła się nazwa **Team Twiizers**.

Drugi błąd był czysto programistyczny. IOS porównywał skrót z podpisu RSA funkcją `strncmp`, która kończy porównanie na pierwszym bajcie zerowym — skrót zaczynający się od zera „pasował” więc do czegokolwiek, co też zaczynało się od zera. Błąd był w kilku wersjach IOS oraz w boot1 i boot2. W środowisku nazywano go „Trucha bug” albo „fakesigning”. Kryptografia była dobrze dobrana; zawiodła jedna linijka porównania.

Imię konia i Homebrew Channel

Twilight Hack wykorzystywał przepełnienie bufora w polu imienia konia w zapisie gry „The Legend of Zelda: Twilight Princess”. Podpisy były sprawdzane tylko przy instalacji tytułu, nie przy uruchomieniu, więc dało się zainstalować podrobiony kanał ładujący programy z karty SD. Tak powstał **Homebrew Channel** (2008), autorstwa Team Twiizers, w infoboksie WiiBrew przypisany też fail0verflow, na licencji GNU GPL v2. Otwarty był jednak dopiero od wersji **1.1.3 z 22 listopada 2016 roku**: „The channel is now open source with the source code hosted on github”. Dokładnej daty pierwszego wydania nie udało mi się ustalić — WiiBrew nie podaje dat wcześniejszych wersji.

25C3: „Wii Fail”

Na kongresie 25C3 w Berlinie **bushing** i **marcan** wygłosili wykład „Console Hacking 2008: Wii Fail. Is implementation the enemy of design?”; nagranie jest datowane na 28 grudnia 2008 roku. Według strony CCC prelegentami było tych dwóch członków Team Twiizers. Te same osoby dwa lata później, już jako **fail0verflow**, mówiły na 27C3 o PS3 — o tym strona **PlayStation: od BIOS-u do FreeBSD**. marcan to Hector Martin, później związany z projektem Asahi Linux.

Odpowiedź Nintendo: aktualizacje, nie oświadczenia

Nintendo odpowiadało aktualizacjami, nie oświadczeniami. System Menu **3.3** usuwał zapisy Twilight Hacka i blokował ich kopiowanie do NAND; **3.4** miał podobną słabość, bo sprawdzał tylko ostatni plik; od **4.0** hack „is not and never will be compatible”. Nowe rewizje sprzętu łatały etapy rozruchu. Zostały jednak na stałe: możliwość restartu Starleta do dowolnej wersji IOS, ukryte

interfejsy IOS i polecenia napędu czytające zwykłe DVD. Copetti nazywa to grą w kotka i myszkę do końca życia konsoli.

> Model slotów, który chronił zgodność gier, osłabiał bezpieczeństwo konsoli. Skoro każda gra mogła zażądać starej wersji IOS, łatanie nowych gałęzi nie zamykało drogi przez stare — a nadpisanie starej gałęzi groziło zepsuciem gry, która na niej polegała. Tego konfliktu żadna aktualizacja nie rozwiązuje.

Nintendo 3DS (2011): narodziny Horizonu

Trzy procesory, z których gra widzi jeden

W Nintendo 3DS gry pracują wyłącznie na **ARM11 MPCore** — dwóch rdzeniach z zegarem 268 MHz (w New 3DS z 2014 roku: czterech, 804 MHz). Obok pracują **ARM9** (ARM946E-S) i **ARM7TDMI**. Układ graficzny **PICA200** zaprojektowała japońska firma DMP (Digital Media Professionals). Pamięci FCRAM jest 128 MB (w New 3DS 256 MB), z czego aplikacje dostają około 64 MB (124 MB).

Nintendo 3DS ze stereoskopowym ekranem — konsola z 2011 roku, w której pojawia się system naz

Nintendo 3DS ze stereoskopowym ekranem — konsola z 2011 roku, w której pojawia się system nazywany Horizonem: mikrojądro z procesami i usługami na procesorze gier oraz drugie mikrojądro na procesorze bezpieczeństwa. Źródło: technischesmuseum.at, CC BY-NC-ND 4.0, autor: Technisches Museum Wien.

Kernel9 i Process9: Starlet w konsoli przenośnej

ARM9 jest procesorem bezpieczeństwa i wejścia-wyjścia. Działa na nim **Kernel9** — „Kernel9's design follows the microkernel model” — a nad nim proces **Process9**: łącze PXI do ARM11, kryptografia (AES, RSA, SHA, ECDSA), wejście-wyjście, system plików, weryfikacja i instalacja tytułów. To dokładnie rola Starleta z IOS w Wii: osobny procesor z osobnym mikrojądrem, który trzyma klucze i decyduje, co wolno zainstalować. Idea przeszła z konsoli stacjonarnej do przenośnej; czy przeszedł też kod, nie wiadomo.

Kernel11: system, w którym gra jest procesem

Na ARM11 pracuje **Kernel11**, architektonicznie podobny do Kernel9, a nad nim procesy: PXI, sieć, HTTP i SSL, łączność online, **HOME Menu**, uruchamianie aplikacji i warstwa usług. Gry dostają się do sprzętu przez usługi. Kernel11 uruchamia **Process Manager** (PM), PM — moduł **NS**, a NS — grę albo HOME Menu.

To punkt zwrotny tej strony. Po raz pierwszy w konsoli Nintendo system nie jest biblioteką w grze ani procesorem, którego wersję gra wybiera, tylko właścicielem maszyny, w którym gra jest jednym z procesów, z przydzieloną pulą pamięci i zestawem usług.

Cztery firmware'y

3DS ma cztery firmware'y: **NATIVE_FIRM** (właściwy system), **TWL_FIRM** (tryb DSi), **AGB_FIRM** (tryb GBA, w praktyce używany w programie Ambasadorów) i **SAFE_FIRM** (awaryjny). TWL_FIRM przełącza konsolę w tryb DSi, w którym program wykonują ARM9 i ARM7, a FCRAM pracuje na szesnastobitowej magistrali. Zgodność przez stary krzem — z GameCube'a do Wii, z DS-a do 3DS-a — to stały motyw Nintendo, który zmieni się dopiero przy Switchu 2.

Skąd nazwa „Horizon”

Copetti pisze, że „NATIVE_FIRM is often referred to as 'Horizon' as well”. Czy to nazwa nadana przez Nintendo, nie da się w pełni ustalić. Na wiki 3dbrew, na stronie o zagadkach konsoli, jedni twierdzą, że „C” w kodzie CTR to japońskie *chiheisen* (horyzont), bo 3DS miał nazwę kodową „Project Horizon”; inni odpowiadają: „Not true, Horizon refers to the OS”. Wszystko wskazuje, że nazwa pochodzi z wnętrza oprogramowania, a nie z marketingu; pewne jest, że Nintendo publicznie swojego systemu nie nazywa. Społeczność używa skrótu HOS.

> Od 2024 roku „Horizon OS” to także nazwa systemu gogli Meta Quest (Meta Horizon OS) — zupełnie innego produktu. Gdy w tekście o konsolach pada „Horizon OS”, warto sprawdzić, o który chodzi.

Bezpieczeństwo, ery i SDK

Rozruch zaczyna się od niezaszyfrowanych ROM-ów Boot9 i Boot11; partycje firmware są weryfikowane skrótem SHA-256 i podpisem RSA-2048, a klucze unikalne dla konsoli siedzą w OTP. Copetti dzieli historię zabezpieczeń 3DS na ery: flashkarty DS (2011–2013), flashkarty 3DS (2013–2016), „świt homebrew” (2014), arm9loaderhax (2015), „złoty wiek” (2016–2017: sighax,

boot9strap, ntrboot) i lata od 2018. Łańcuch zaufania padał etapami, zaczynając od zgodności z DS-em — najstarszego i najtrudniejszego do zmiany elementu.

Programiści dostawali zmodyfikowany kompilator **armcc**, cztery biblioteki graficzne (GL, GD, GR, GX), wtyczkę do Visual Studio 2010 i zasoby **NintendoWare**; zestawy sprzętowe robiły Intelligent Systems i Kyoto MicroComputer, jednostka deweloperska nazywała się „CTR-BOX”. Ujednolicenie narzędzi dla wszystkich platform, zauważa Copetti, „finally reached with the Nintendo Switch”.

Wii U (2012): Cafe OS i IOSU

Cafe OS: mikrojądro na PowerPC

Wii U to jedyna konsola na tej stronie, której system okazał się ślepą uliczką. **Cafe OS** to według WiiUBrew „the operating system running on the PowerPC in Wii U mode”. Jądro „runs in supervisor mode on the PowerPC, and performs the basic tasks of a microkernel”, a aplikacje to „user mode processes, with separate address spaces and W^X memory protection” — strona pamięci może być zapisywalna albo wykonywalna, nigdy jedno i drugie. W danej chwili wykonuje się jeden proces, choć w pamięci może być ich kilka; aplikacja na pierwszym planie ma identyfikator RAMPID 7, „COS-MASTER”.

Program ładujący `loader.elf` wczytuje biblioteki **RPL** i programy **RPX** — „a modification of the standard ELF format with compressed sections and more Windows-like dynamic linking”. Biblioteka `coreinit` obejmuje jądro, pamięć i system plików. W systemie są zlib 1.2.5, libcurl 7.21.7 i LZMA SDK 9.20. Konsola z plikami w uniksowym formacie ELF dostała linkowanie „w stylu Windows” — systemy konsol biorą z różnych tradycji to, co pasuje.

Pudełko z grą na Wii U „U-Sing 2” — gry Wii U to programy w formacie RPX, odmianie ELF z kompres

Pudełko z grą na Wii U „U-Sing 2” — gry Wii U to programy w formacie RPX, odmianie ELF z kompresowanymi sekcjami, które system Cafe OS ładuje jako procesy z osobną przestrzenią adresową. Źródło: technischesmuseum.at, CC BY-NC-ND 4.0, autor: Technisches Museum Wien.

IOSU: system należy do konsoli

Obok Cafe OS działa następca IOS — **IOSU**, „the microkernel operating system running on the IOP ("Starbuck") coprocessor”. Ma warianty: CAFE-IOS dla trybu Wii U, SRAM-IOS (z modułami cafe2wii i cafe2wii_hai — sądząc z nazw, do przejścia w tryb Wii) oraz boot1writer. W trybie Wii (vWii) gry widzą swój stary IOS.

I tu pada zdanie z początku strony: „The Wii treats IOS as part of the game's runtime environment”, a Wii U traktuje system, łącznie z CAFE-IOS, jako część **platformy konsoli**. Ten sam zwrot zrobił równolegle 3DS — i to linia 3DS, a nie Wii U, poszła dalej.

Premiera z aktualizacją na godzinę

Wii U wyszło w USA 18 listopada 2012 roku i od pierwszego dnia pokazało, czym jest konsola z systemem dowożonym przez sieć. Nintendo World Report opisywał „hour-plus download times”, błędy serwerów i konsole „bricked” po zaniku zasilania w trakcie aktualizacji, która włączała między innymi zgodność z Wii. Powszechnie podawanego rozmiaru „około 5 GB” w czytanych źródłach nie znalazłem. 29 listopada 2012 roku Satoru Iwata przepraszał:

> *„So I feel very sorry for the fact that purchasers of Wii U have to experience a network update which takes such a long time.”*

Wzorzec się utrwalił: Switch dostał łatkę w dniu premiery, 3 marca 2017 roku, a gry na premierę Switcha 2 miały na kartach wersję systemu 19.1.0, podczas gdy dzień przed premierą wyszła już 20.1.1. Wii U sprzedało się według Nintendo w 13,56 mln egzemplarzy, a Cafe OS nie ma następcy.

Iwata, NX i „rodzina systemów”

Dlaczego Switch dostał system z 3DS-a, a nie Cafe OS ani Linuksa czy Androida? Nintendo tego nie wyjaśniło. Najbliżej uzasadnienia jest wystąpienie Satoru Iwaty z 30 stycznia 2014 roku (Corporate Management Policy Briefing), znane mi z relacji Siliconery — transkrypcji Nintendo nie czytałem. Iwata zastrzegał: „It of course does not mean that we are going to use exactly the same architecture as Wii U”. Jako wzór wskazywał Apple — „one way of programming adopted by all platforms” — i Androida: „Nintendo platforms should be like those two examples”. Konsole stacjonarne i przenośne miały „become like brothers in a family of systems”.

> To najlepszy klucz do wyboru Horizonu: jeden model programowania dla wszystkich urządzeń Nintendo. Ironia polega na tym, że Iwata wskazał Androida jako wzór organizacyjny, nie techniczny. W marcu 2015 roku padła nazwa „NX”, a w maju Iwata opisał ją jako „a dedicated video game platform with a brand new concept”, nie „prosty zastępca” 3DS-a ani Wii U — a Switch 2 ze wspólną numeracją wersji spełnia zapowiedź „rodziny systemów” dla dwóch generacji. To moja interpretacja; Nintendo nie powiązało słów Iwaty z wyborem systemu.

Switch (2017): Horizon dorosły

Tegra X1 i jej rewizje

Switch wyszedł 3 marca 2017 roku, w dniu światowej premiery także w Polsce. W środku pracuje **Tegra X1** NVIDII: cztery rdzenie Cortex-A57 i cztery A53, 256 rdzeni graficznych Maxwell, proces 20 nm; SwitchBrew podaje oznaczenie „NVIDIA ODNX02-A2”. Do tego 4 GB LPDDR4 i 32 GB eMMC. Ten sam układ siedzi w NVIDIA Shield TV i w tablecie Google Pixel C — co ma znaczenie dla dwóch mitów i jednego exploita.

Nowsza rewizja, **Mariko** — „ODNX10-A1”, Tegra X1+ w procesie 16 nm — trafiła do odświeżonego Switcha, do Switcha Lite i do Switcha OLED (płyty HAD-CPU-10, HDH-CPU-02 i HEG-CPU-01; pierwotny Switch — HAC-CPU-10), z pamięcią LPDDR4X; OLED ma 64 GB eMMC. Odświeżony model **HAC-001(-01)** Nintendo zapowiedziało 17 lipca 2019 roku jako konsolę z lepszą baterią — „can work for 4.5 – 9 hours on one charge” zamiast 2,5–6,5 godziny. Jako poprawki bezpieczeństwa go nie ogłoszono, choć nią był.

Mikrojądro w C++

Kopia artykułu z Wikipedii, którą traktuję jako drogowskaz, opisuje system jako „also known by its codename Horizon”, „based on a proprietary microkernel”, „an evolution of the Nintendo 3DS system software”, w którym „All drivers run in userspace”. Mocniejszym źródłem jest praca „Methodically Defeating Nintendo Switch Security” (arXiv, wersja z 7 czerwca 2019 roku; G. Tanguy, H. Roussel-Tarbouriech, N. Menard, T. True, TiniVi, Reisyukaku) — studencka i nierecenzowana, ale zgodna z SwitchBrew: „Its kernel is a microkernel”; „Horizon is also the OS on the Nintendo 3DS; the Switch version is a further development of this OS”.

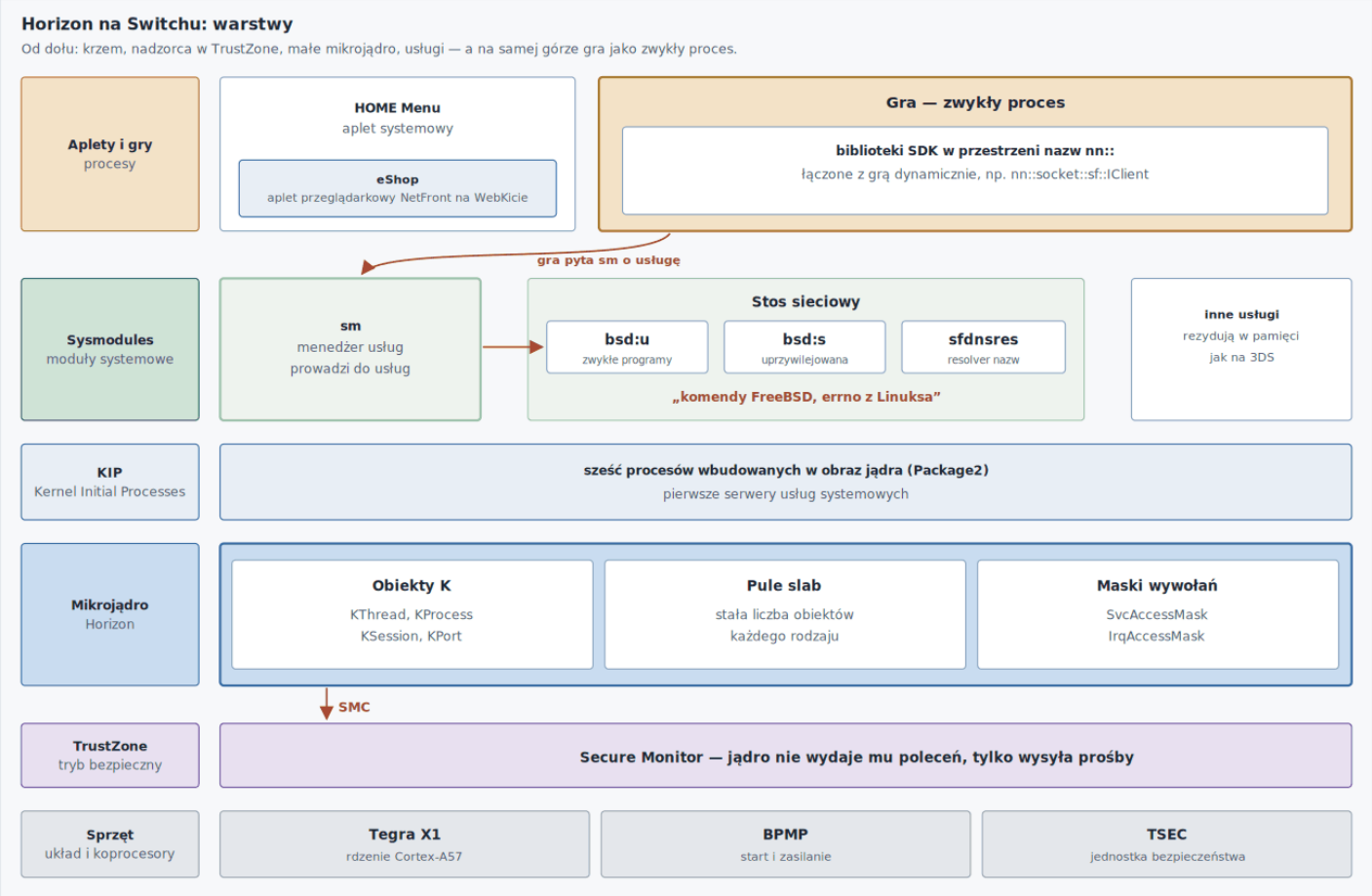
SwitchBrew pokazuje to jądro od środka: „The Horizon/NX kernel keeps all objects in slab allocators”. Obiekty — `KThread`, `KProcess`, `KSession`, `KEvent`, `KPort`, `KSharedMemory`, `KTransferMemory`, `KDebug` — mają klasowe nazwy w stylu C++ z prefiksem K i mieszkają w z góry przydzielonych pulach; gdy pula się wyczerpie, jądro zwraca błąd `0xCE01` (Resource Exhaustion). Każdy proces ma maskę **SvcAccessMask** (które wywołania systemowe wolno mu wykonać) i **IrqAccessMask** (które przerwania obsłużyć). Tablica uchwytów procesu miała w 1.0.0 czterdzieści wpisów, w 2.0.0 — 1024. Że jądro jest w C++, wynika z nazw klas i z kopii Wikipedii; Nintendo tego nie potwierdzało.

> Stałe pule obiektów i maski wywołań to konstrukcja minimalizująca powierzchnię ataku: proces nie dostanie więcej obiektów, niż przewidziano, ani nie wywoła funkcji jądra, do której nie ma prawa. Badacze, którzy w 2017 roku rozebrali Switcha na kongresie 34C3, pisali: „Nintendo has designed a custom OS that is one of the most secure we've ever seen”.

Usługi, sm, KIP i sysmodules

„The userland API of the Nintendo Switch is comprised of services, provided by system service processes, or servers”. Do usług prowadzi menedżer **sm**; same usługi działają w rezydujących w pamięci modułach systemowych — „sysmodules”, „like the 3DS”. Pierwsze sześć serwerów to **KIP** (Kernel Initial Processes), wbudowane w obraz jądra. Interfejs programistyczny żyje w przestrzeni nazw C++ `nn::` (na przykład `nn::socket::sf::IClient`). Gra jest procesem, który z bibliotekami SDK łączy się dynamicznie — co pozwoliło Switchowi 2 uruchamiać stare gry bez emulatora.

Pod Horizonem jest jeszcze jedna warstwa: w trybie bezpiecznym TrustZone pracuje **Secure Monitor**, który Horizon woła instrukcją SMC. Obraz startowy dzieli się na **Package1** (package1ldr i PK11 w pierwszej partycji startowej eMMC) i **Package2** (jądro i procesy KIP). Obok rdzeni aplikacyjnych pracują w Tegrze **BPMP**, procesor zarządzania startem i zasilaniem, i **TSEC**, jednostka bezpieczeństwa.



Rysunek 3. *Horizon to małe mikrojądro otoczone usługami: gra i sklep są zwykłymi procesami, sieć dostarcza moduł z kodem FreeBSD, a pod jądrem pracuje jeszcze Secure Monitor, któremu jądro nie wydaje poleceń, tylko wysyła prośby.*

Gniazda z FreeBSD, kody błędów z Linuksa

Stos sieciowy to usługi **bsd:u** (dla zwykłych programów), **bsd:s** (uprzywilejowana, dla gniazd `SOCK_RAW` i `SOCK_SEQPACKET`), od 18.0.0 także bsd:a, do tego **bsdcfg**, resolver **sfdnsres** i nsd. Ich komendy odpowiadają funkcjom FreeBSD — „FreeBSD's socket command”, „FreeBSD's ioctl function”. Ale SwitchBrew dopisuje z wykrzyknikiem: „the errno macro definitions being in use actually come from Linux (and not from FreeBSD as one would expect!)”.

To najlepszy pojedynczy argument przeciwko zdaniom „Switch to FreeBSD” i „Switch to Linux” naraz. Gniazda z FreeBSD i numery błędów z Linuksa w jednym module pokazują, że system Nintendo jest mieszanką elementów branych tam, gdzie pasowały, a nie systemem „na bazie X”.

eShop to strona WWW: NetFront i WebKit

Japońska firma ACCESS ogłosiła w dniu premiery, 3 marca 2017 roku, że w Switchu pracuje jej **NetFront Browser NX** — „a WebKit-based browser component that features ultra-low levels of memory usage” — „used as cooperation function with Nintendo Account, Nintendo eShop, upload of screen photos on SNS and more”. Sklep, logowanie do konta, publikowanie zrzutów ekranu to w praktyce strony WWW renderowane przez komponent na WebKicie, osadzony w systemie jako aplet. Ogólnodostępnej przeglądarki dla użytkownika Switch, o ile wiem, nie ma.

5 czerwca 2025 roku ACCESS ogłosiła, że „The Nintendo Switch 2 is the ninth model to adopt the ACCESS NetFront Browser series”: wcześniej były 3DS, 3DS LL, Wii U, New 2DS, New 3DS, New 3DS LL, Switch i Switch Lite. Przeglądarka to składnik łączący wszystkie systemy Nintendo od 3DS-a — i pierwsza furtka, przez którą do Switcha wszedł ktoś inny niż Nintendo.

Co jest w Switchu z Androida

Kopia Wikipedii podaje, że system jest „not largely derived from FreeBSD code, nor from Android”, ale z Androida pochodzą framework multimedialny **Stagefright** i części stosu graficznego dostarczonego przez NVIDIĘ. Nie zweryfikowałem tego w źródle pierwotnym. GamesBeat 21 marca 2017 roku relacjonował skasowane wpisy Kirta McMastera z Cyanogen: o Switchu miał napisać „Bits of Android”, a w innym wpisie twierdził, że „In the early days of Cyanogen, Nintendo wanted us to create an OS for a certain portable” — „I told them to stick it”. To jedno źródło i niepotwierdzone słowa strony zainteresowanej.

Jak zostaje się twórcą gier na Switcha

Model programowania dla wszystkich platform ma też stronę organizacyjną. Portal deweloperski Nintendo opisuje drogę: rejestracja, akceptacja umowy o poufności i warunków, co odblokowuje „platform SDKs”; „Access to Nintendo Switch information requires a separate application after registration”; potem umowa wydawnicza, klasyfikacja wiekowa i certyfikacja gry przez Nintendo. Portal zastąpił dawną stronę **WarioWorld**, a klient **NDI** instaluje środowisko dla wybranej platformy, SDK i regionu oraz aktualizuje oprogramowanie zestawów deweloperskich (datę tej

zmiany podaje się na około 2016 rok, bez pewności). Nintendo ma też własny silnik — według fanowskiej wiki **NintendoWare Bezel Engine**, ze skryptami w Lua, pokazany publicznie na Game Creators Conference w Osace 30 marca 2018 roku i użyty między innymi w „Super Mario Party” i „Nintendo Switch 2 Welcome Tour”; szczegóły traktuję ostrożnie.

Wersje systemu

Wersja 1.0.0 nosi datę premiery i od razu dostała łatkę; jej numeru nie da się pewnie ustalić. W 2025 roku Switch miał wersje z numerem 20 — kopia Wikipedii podaje 20.5.0 z 29 września 2025 roku — i te same numery nosi system Switcha 2. Wspólna numeracja to poszlaka jednej bazy kodu, nie dowód identyczności.

Switch pod lupą: 34C3, Fusée Gelée i Mariko (historia)

Historia zabezpieczeń Switcha mieści jeden wykład, jeden błąd w krzemie znany jednocześnie kilku grupom, jedną nową wersję układu i jeden wyrok więzienia. Opisuję ją jako historię, bez szczegółów użytecznych dziś komukolwiek.

34C3: „Homebrew on the Horizon”

28 grudnia 2017 roku na kongresie 34C3 w Lipsku **plutoo**, **derrek** i **naehrwert** wygłosili wykład „Console Security – Switch. Homebrew on the Horizon”. Według relacji Hackaday (Tom Nardi, 29 grudnia 2017) wejście prowadziło przez **WebKit** — przez przeglądarkę, której użytkownik formalnie nie miał. Exploit był „already months old by the time the Switch was released”, a przeglądarkę osiągano przez link w menu pomocy gry „Puyo Puyo Tetris” i przekierowanie ruchu sieciowego; potem trzeba było uciec z piaskownicy.

Najbardziej pouczający był błąd w sprawdzaniu uprawnień do usług. Kod, który nie podał identyfikatora procesu, dostawał PID 0 — zmienna nie była zainicjowana — a PID 0 miał dostęp do wszystkiego: „if you don't ask the operating system which functions you have access to, you will get access to them all”. Mikrojądro z maskami wywołań było dobrze pomyślane; zawiodła jedna zmienna w usłudze. To echo „Wii Fail” sprzed dziewięciu lat. Do programu startowego badacze dobrali się podsłuchem magistrali eMMC i zakłóceniem zasilania sterowanym układem FPGA.

Nintendo, jak przy Wii, odpowiadało wersjami systemu. Praca z arXiv wylicza: 6.0.0 — łatka na atak „Jamais vu”, 6.2.0 — ochrona kluczy i przebudowa TSEC, 7.0.0 — nowy klucz główny TSEC. Żadna z nich nie mogła jednak zamknąć drogi, która zaczynała się przed systemem.

Fusée Gelée: błąd w pamięci, której nie da się zaktualizować

23 kwietnia 2018 roku The Register opisał dokument i dowód koncepcji „**Fusée Gelée**” **Kate Temkin** z grupy ReSwitched. Błąd siedział w stosie USB programu startowego zapisanego w ROM-ie układów Tegra: funkcja kopiująca przyjmowała długość kontrolowaną przez atakującego, co pozwalało nadpisać stos. Wyzwalało się go w trybie **RCM** (Tegra Recovery Mode) przy zimnym starcie, zanim zadziałały blokady, i przejmowało procesor BPMP z dostępem do sekretów w bezpiecznikach. Temkin: „a cold boot vulnerability that allows full, unauthenticated arbitrary code execution from an early boot ROM context”.

Pełne ujawnienie planowano na 15 czerwca 2018 roku, ale przyspieszono je, bo błąd ujawniła inna grupa; **Team Xecuter** pracował nad oprogramowaniem korzystającym z tego samego albo bardzo podobnego błędu. NVIDIA odmówiła komentarza. 1 maja 2018 roku baza NVD opublikowała wpis **CVE-2018-6242**: „Some NVIDIA Tegra mobile processors released prior to 2016 contain a buffer overflow vulnerability in BootROM Recovery Mode”, wymagający fizycznego dostępu do USB; CVSS 3.0 — 6,8. Dla konsoli, którą właściciel trzyma w rękach, fizyczny dostęp nie jest żadnym ograniczeniem.

> Istota problemu jest sprzętowa: boot ROM jest zapisany w masce krzemu i żadna aktualizacja systemu go nie zmieni. fail0verflow pisało: „all Switch units in existence today are vulnerable, forever” i „Nintendo can only patch Boot ROM bugs during the manufacturing process”. To dla Switcha to samo, czym dla DS-a było szyfrowanie kart.

ShofEL2, Google i Pixel C

24 kwietnia 2018 roku **fail0verflow** opublikowało „ShofEL2” — opis tego samego błędu. Odpowiedzialne ujawnianie grupa zaczęła 90 dni wcześniej nie u Nintendo, lecz u **Google**, bo Tegra X1 jest też w tablecie **Pixel C**; błąd wyszedł na jaw dwa dni przed końcem tego okna. Grupa deklarowała, że działa „for fun and homebrew, and nothing else”. Jej celem był Linux: łańcuch startowy „99% open source, based on the Pixel C boot chain” — exploit, coreboot, ARM Trusted Firmware, U-Boot, Linux — z jednym zamkniętym elementem, modułem strojenia pamięci DDR4 z Pixela C, bez którego RAM pracował z zegarem około 200 MHz.

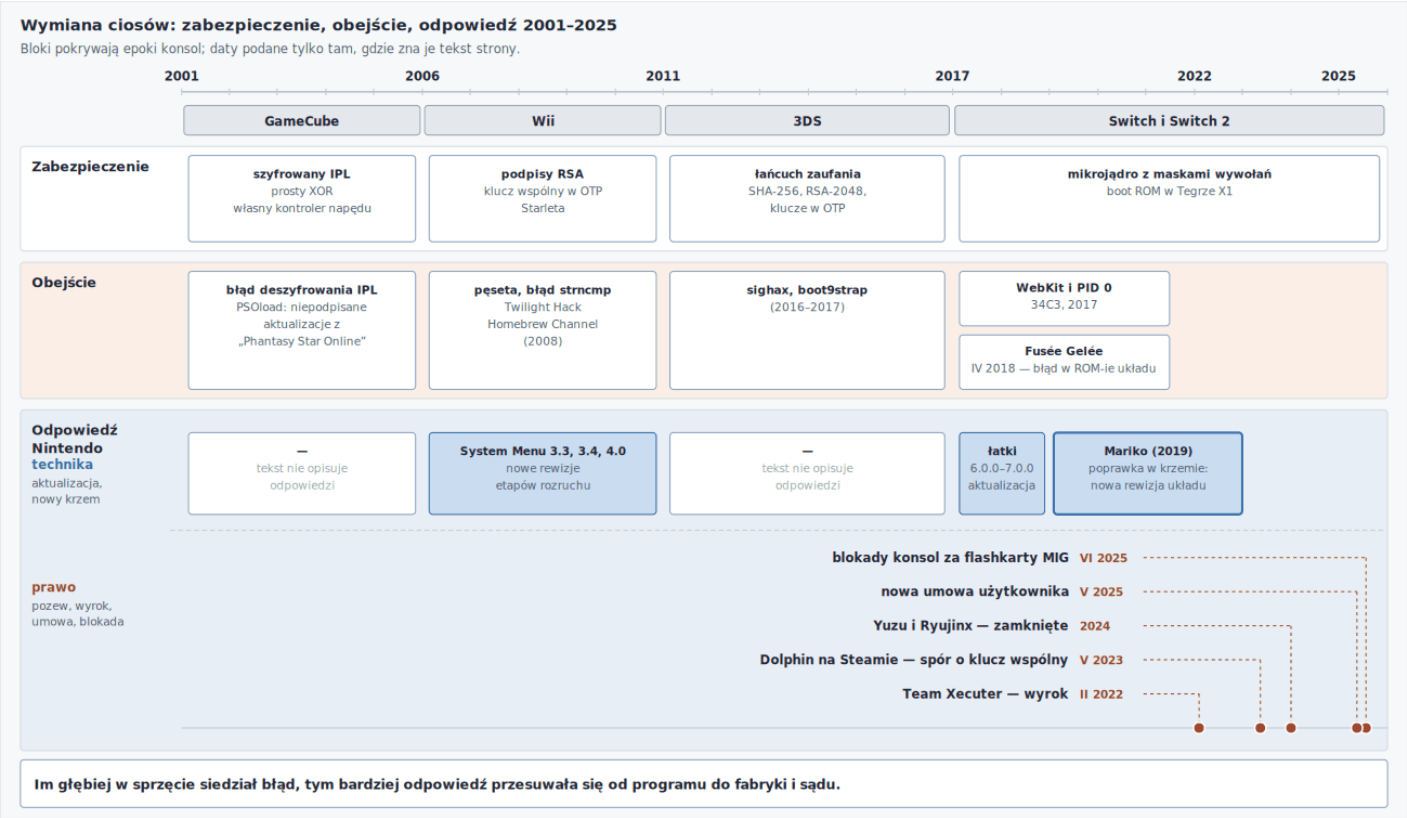
> To odwrócenie mitu „Switch to Android”: Switch nie działa na Androidzie, ale Linux dał się na nim uruchomić właśnie dlatego, że ma ten sam układ co tablet Google'a — z łańcuchem startowym tego tabletu. Wspólny jest krzem, nie system.

Mariko: poprawka w krzemie

Nintendo poprawiło boot ROM w rewizji **Mariko**. Konsole HAC-001(-01) z 2019 roku, Switch Lite i Switch OLED na ten błąd nie są podatne. Werdykt w sprawie tezy „Fusée Gelée jest niezałatwialny”: niezałatwialny programowo, załatwiony krzemem.

Mesosphère: otwarte jądro Horizonu

W projekcie Atmosphère SciresM i inni programiści napisali **Mesosphère** — otwartą reimplementację jądra Switcha, na licencji GPLv2 z wyjątkami. Serwis linux.org.ru pisał 20 sierpnia 2020 roku o „открытый вариант ядра операционной системы Horizon”, które uruchamia się na konsoli i na którym działają gry. W wydaniu Atmosphère 0.15.0 z 27 października 2020 roku Mesosphère opisano jako „atmosphère's reimplementation of the Nintendo Switch kernel”; gdy jest aktywne, wersja wyświetla się jako „M.15.0”. Zamknięte mikrojądro konsoli odtworzone jako wolne oprogramowanie tak wiernie, że uruchamia oryginalne gry — to w tej księdze rzecz wyjątkowa i pośrednia wskazówka, jak mały i dobrze zdefiniowany jest Horizon.



Rysunek 4. *Przez ćwierć wieku Nintendo odpowiadało na włamania na trzy sposoby — aktualizacją systemu, nową rewizją krzemu i pozwem — a im głębiej w sprzęcie siedział błąd, tym bardziej odpowiedź przesuwała się od programu do fabryki i sądu.*

Switch 2 (2025): jeden system, dwie generacje

Premiera, sprzęt, wersje

Nintendo pokazało konsolę w prezentacji Nintendo Switch 2 Direct 2 kwietnia 2025 roku; premiera — **5 czerwca 2025 roku**, tego dnia także w Polsce. Cena w USA: 449,99 USD (o 150 dolarów więcej niż Switch w 2017 roku), w Wielkiej Brytanii 395,99 GBP, w strefie euro 469,99 EUR. Ekran LCD 7,9 cala, 1080p, 120 Hz z HDR, w stacji do 4K, 256 GB pamięci. W abonamencie Expansion Pack od premiery były gry z GameCube'a — „F-Zero GX", „The Legend of Zelda: The Wind Waker", „Soulcalibur II". Strona zatacza tu koło: zaczęła się od konsoli, w której gra miała całą maszynę, a te same gry działają teraz w emulatorze w ramach usługi abonamentowej.

Według SwitchBrew Switch 2 ma układ „NVIDIA GMLX30-A1" (T239) z ośmioma rdzeniami Cortex-A78C na płycie BEE-CPU-01, 12 GB LPDDR5X, 256 GB pamięci **UFS 3.1**, moduł Wi-Fi i Bluetooth MediaTek MT3681AEN. Jakie procesory bezpieczeństwa ma T239, SwitchBrew nie podaje. Dział „Horizon Operating System" — jądro, wywołania systemowe, Secure Monitor, usługi, IPC — jest w SwitchBrew wspólny dla obu konsol.

Wersja systemu Switcha 2	Data
19.0.0 / 19.1.0	przed premierą / na kartach z grami w dniu premiery
20.1.1	4 VI 2025
20.1.5 – 20.5.0	19 VI – 30 IX 2025
21.0.0	11 XI 2025 (ustawienie „Polish/English")
21.1.0 / 21.2.0	9 XII 2025 / 13 I 2026
22.0.0 / 22.1.0 / 22.5.0	17 III / 7 IV / 16 VI 2026
23.0.0 / 23.0.1	10 IX / 1 X 2026

Numeracja jest wspólna ze Switchem 1, a strona Nintendo z kodem otwartym ma paczki „23.0.0 or later" dla obu konsol — poszlaka, że to jeden system w dwóch odmianach sprzętowych. Czy jądro jest identyczne, źródła nie rozstrzygają.

nnCompat: zgodność bez emulatora

Gry Switcha 1 **nie są emulowane jako całość**. Według SwitchBrew do procesu gry ładowane są moduły `nnCompatTrampoline`, `nnCompatThin` i `nnCompat`, które podmieniają wybrane funkcje SDK — „(ab)using dynamic linking to selectively hook API functions". Najwięcej podmian dotyczy bibliotek

GL, EGL i Vulkan; SwitchBrew przypuszcza, zastrzegając, że to niepotwierdzone, że chodzi o przekład na nowy układ graficzny. Gra „widzi” trzy rdzenie, zegar systemowy przestawiany jest z 19,2 na 31,25 MHz, są poprawki dla pojedynczych tytułów (na przykład „Metroid Dread”), a ustawienia trzyma plik `ApplicationCompatibilityInfo.json`. Android Authority pisał w 2025 roku o „emulation for backward compatibility” — nieprecyzyjnie, bo zbiór instrukcji (ARM64) jest ten sam i kod gry wykonuje się natywnie.

> To rozwiązanie jest możliwe tylko dzięki temu, jak zbudowany jest Horizon: gra łączy się z bibliotekami SDK dynamicznie, więc system może jej podsunąć inne wersje tych bibliotek. W GameCubie czy N64, gdzie system był wkompilowany w grę, nie byłoby czego podmieniać. Filozofia jest ta sama co w Wii z wieloma IOS — zgodność przez warstwę systemu, nie przez emulator — ale Wii trzymało stare systemy w całości, a Switch 2 podmienia tylko to, co trzeba.

GameChat: system obok gry

Switch 2 dodaje usługę wideo i audio działającą równolegle z grą. **GameChat**, pod przyciskiem **C** na prawym Joy-Conie 2, mieści w pokoju do 12 osób, z czego najwyżej 4 z wideo i udostępnianiem ekranu; ma zamianę mowy na tekst i tekstu na mowę. Wymaga numeru telefonu przypisanego do konta (u osób poniżej 16 lat — rodzica); dla dzieci poniżej 16 lat jest domyślnie zablokowany do czasu konfiguracji w aplikacji Kontrola Rodzicielska. Okres otwarty bez abonamentu trwał od 5 czerwca 2025 do 31 marca 2026 roku.

I najważniejsze: „chat content, including your video and voice chat, is recorded and stored temporarily on your console” (i na konsolach rozmówców), a przy zgłoszeniu naruszenia dołączane są ostatnie **3 minuty**. W maju 2025 roku Nintendo zmieniło też politykę prywatności tak, żeby monitorować czaty w celu „detect violations”.

> To dokładne przeciwieństwo GameCube'a. Tam gra przejmowała maszynę, a system się wycofywał. W Switchu 2 system przez cały czas gry nagrywa rozmowę do lokalnego bufora i jest gotów przekazać fragment moderatorom — pełni rolę nadzorcy, nie wobec gry, lecz wobec ludzi.

Game-key cards

Nintendo wyjaśniało 3 kwietnia 2025 roku: „Game-key cards are different from regular game cards, because they don't contain the full game data… the game-key card is your 'key' to downloading the full game to your system via the internet.” Po pobraniu gra wymaga włożenia karty; pudełko ma ikonę klucza. Tak wyszły na przykład „Bravely Default” i „Street Fighter 6”, a „Mario Kart World” i „Donkey Kong Bananza” — na zwykłych kartach. Kartridż przestaje być nośnikiem gry, a staje się tokenem licencji, który system sprawdza przy uruchomieniu.

Sprzedaż: Switch wyprzedził DS

Konsola (stan na 30 VI 2026, dane Nintendo)	Konsole (mln)
Switch (wszystkie modele; 1561,95 mln gier)	156,59
Nintendo DS	154,02
Wii	101,63
Game Boy Advance	81,51
Nintendo 3DS	75,94
Switch 2 (58,17 mln gier)	23,68
GameCube	21,74
Wii U	13,56

Switch wyprzedził DS i jest najlepiej sprzedającą się konsolą Nintendo w historii. Switch 2 w trzynaście miesięcy przebił całe życie GameCube'a i ma blisko dwa razy więcej niż Wii U. W kwartale kwiecień–czerwiec 2026 przybyło 3,82 mln Switchy 2; prognoza na rok obrotowy to 16,5 mln konsol i 60 mln gier, a sprzedaż jest według Nintendo „ahead of where the original Switch was at the same point in its life”.

Prawo: od Team Xecuter do umowy użytkownika

Ugodę z twórcami Yuzu (pozew 27 lutego 2024, ugoda 4 marca 2024, 2,4 mln USD, zarzut obchodzenia zabezpieczeń z DMCA) opisuje strona **Konsole bez systemu: od Ponga do PlayStation**. Tu są sprawy, których tam nie ma.

Gary Bowser i Team Xecuter

Team Xecuter sprzedawał komercyjne oprogramowanie modyfikujące i modchipy do Switcha; The Register pisał w 2018 roku, że grupa pracowała nad oprogramowaniem korzystającym z tego samego albo bardzo podobnego błędu co Fusée Gelée. Od środowiska homebrew różniło to grupę zasadniczo: był to płatny produkt, otwarcie reklamowany do uruchamiania kopii gier. Szczegółów produktów — w tym tego, czy obejmowały konsole z układem Mariko i czy miały własne zabezpieczenie przed kopiowaniem — oraz nazwisk współoskarżonych nie potwierdziłem w akcie oskarżenia.

Gary Bowser został zatrzymany we wrześniu 2020 roku i przyznał się do dwóch zarzutów. 10 lutego 2022 roku usłyszał wyrok **40 miesięcy** więzienia; sędzia Robert Lasnik mówił o „role to be played here in terms of a message”. W ugodzie karnej zaoferował 4,5 mln USD, a w osobnej sprawie cywilnej musiał zapłacić Nintendo **10 mln USD** — razem 14,5 mln. Nintendo „appreciates the hard work and tireless efforts of federal prosecutors and law enforcement agencies”. Według IT Pro z kwietnia 2023 roku Bowser ma oddawać Nintendo 25–30% zarobków do końca życia zawodowego; do tego czasu spłacił 175 USD, po 25 dolarów miesięcznie z pracy w więzieniu, a po wcześniejszym zwolnieniu czekał na deportację do Kanady.

Dolphin na Steamie: spór o klucz wspólny

Emulator **Dolphin** „was first developed as closed source in 2003”, w 2008 roku otwarto go na licencji GPLv2 (później GPLv2+); „Over 200 people have worked hard over the years to create Dolphin”, a „Dolphin is not affiliated with Nintendo in any way”. 27 maja 2023 roku zespół napisał: „We were notified by Valve that Nintendo has issued a cease and desist citing the DMCA against Dolphin's Steam page”. W wyjaśnieniu z 20 lipca 2023 roku (za GIGAZINE) wersja była dokładniejsza: stronę usunęło Valve po interwencji prawników Nintendo of America, którzy uznali, że potrzebna jest zgoda Nintendo, a formalnego zawiadomienia DMCA Nintendo nie wysłało[3]. Nintendo argumentowało, że Dolphin, deszyfrując gry Wii, obchodzi zabezpieczenia; zespół — że deszyfrowanie służy interoperacyjności, a **klucz wspólny Wii**, wyodrębniony przez inżyniera-wolontariusza, jest w Dolphinie od ponad 15 lat. Wydanie na Steamie porzucono.

> Klamra: „Dolphin” to nazwa kodowa GameCube'a, potem emulatora, a spór z 2023 roku dotyczył klucza wspólnego z pamięci OTP Starleta — tego samego, do którego Team Twiizers dotarli pęsetą.

Ryujinx: bez pozwu

Ryujinx był emulatorem Switcha napisanym w C#; jego głównym twórcą był gdkchan. 1 października 2024 roku ripericperi napisał: „Yesterday, gdkchan was contacted by Nintendo and offered an agreement to stop working on the project” i „the organization has been removed” — strona na GitHubie zwracała błąd 404. Pozwu nie było; było porozumienie, którego treści nie znamy.

Umowa z 9 maja 2025 roku i blokady za flashkarty

9 maja 2025 roku Nintendo rozesłało nową umowę użytkownika konta (około stu zmian; jako pierwszy opisał je serwis Game File). Kluczowe zdanie: „Nintendo may render the Nintendo Account Services and/or the applicable Nintendo device permanently unusable in whole or in part” — w

razie obchodzenia albo modyfikowania usług i zabezpieczeń, także sprzętem lub oprogramowaniem. Wersja brytyjska była łagodniejsza: „may result in the Digital Product becoming unusable”.

17 czerwca 2025 roku Android Authority opisało zgłoszenia blokad Switchy 2 po włożeniu kartridży **MIG** — flashkart z gniazdem microSD, używanych do piractwa albo do kopii własnych gier; blokada tego nie rozróżnia i dotyczy konsoli, nie konta. Nintendo oświadczenia nie wydało. Czy odcinano tylko usługi online, nie potwierdziłem źródłem.

Klucze, nie kod

Z tych spraw wynika wzór — to moja synteza. Spór o Dolphina dotyczył klucza wspólnego Wii, spór o Yuzu — kluczy Switcha i obchodzenia szyfrowania, umowa z 2025 roku i blokady — obchodzenia zabezpieczeń konsoli. Nintendo nie atakuje kodu emulatorów jako takiego, tylko tego, co dotyka warstwy bezpieczeństwa jego systemów: kluczy, podpisów, łańcucha startowego. System konsoli Nintendo jest przede wszystkim kryptograficznym zamkiem, a spory toczą się o to, kto ma prawo go otworzyć.

Wolne oprogramowanie w konsolach Nintendo

Nintendo prowadzi w japońskim serwisie wsparcia stronę „OSS”, na której publikuje **archiwa kodu źródłowego**, nie tylko noty licencyjne: dla Switcha 2 (od 19.0.0 do „23.0.0 or later”), dla Switcha (od 1.0.0, z osobną paczką niemal dla każdej wersji), dla Wii U (konsola 1.0.1–5.5.2, Nintendo Web Framework, Wii Street U, Mario Kart 8, Virtual Console DS), dla 3DS (tylko przeglądarka, Miiverse i przeglądarka New 3DS), dwie paczki „Nintendo SDK Library”, a także dla aplikacji Kontrola Rodzicielska, NES i SNES Classic Edition, Mario Kart Live i kilku innych. Sekcji dla Wii, DS i GameCube'a nie ma. Strona zastrzega: „Please note that the OSS is provided without warranty of any kind”.

Paczka „Nintendo SDK Library” oznacza, że biblioteki linkowane do gier zawierają składniki wolnego oprogramowania; dla 3DS publikowany jest tylko kod przeglądarki, co sugeruje, że reszta systemu jest własna. NES i SNES Classic Edition mają własne paczki — to poszlaka, że działają na Linuksie, ale nie dowód: paczki potwierdzają tylko obecność wolnego oprogramowania.

> Co jest w tych paczkach — czy biblioteka C pochodzi z FreeBSD, czy jest tam WebKit — nie wiem: pobranie archiwów było w czasie zbierania materiału zablokowane. Pewne jest tylko, że Nintendo kod publikuje, i to dla kolejnych wersji systemu Switcha. Szczegółowy rozbiór not licencyjnych Switcha jest na stronie **BSD w praktyce**.

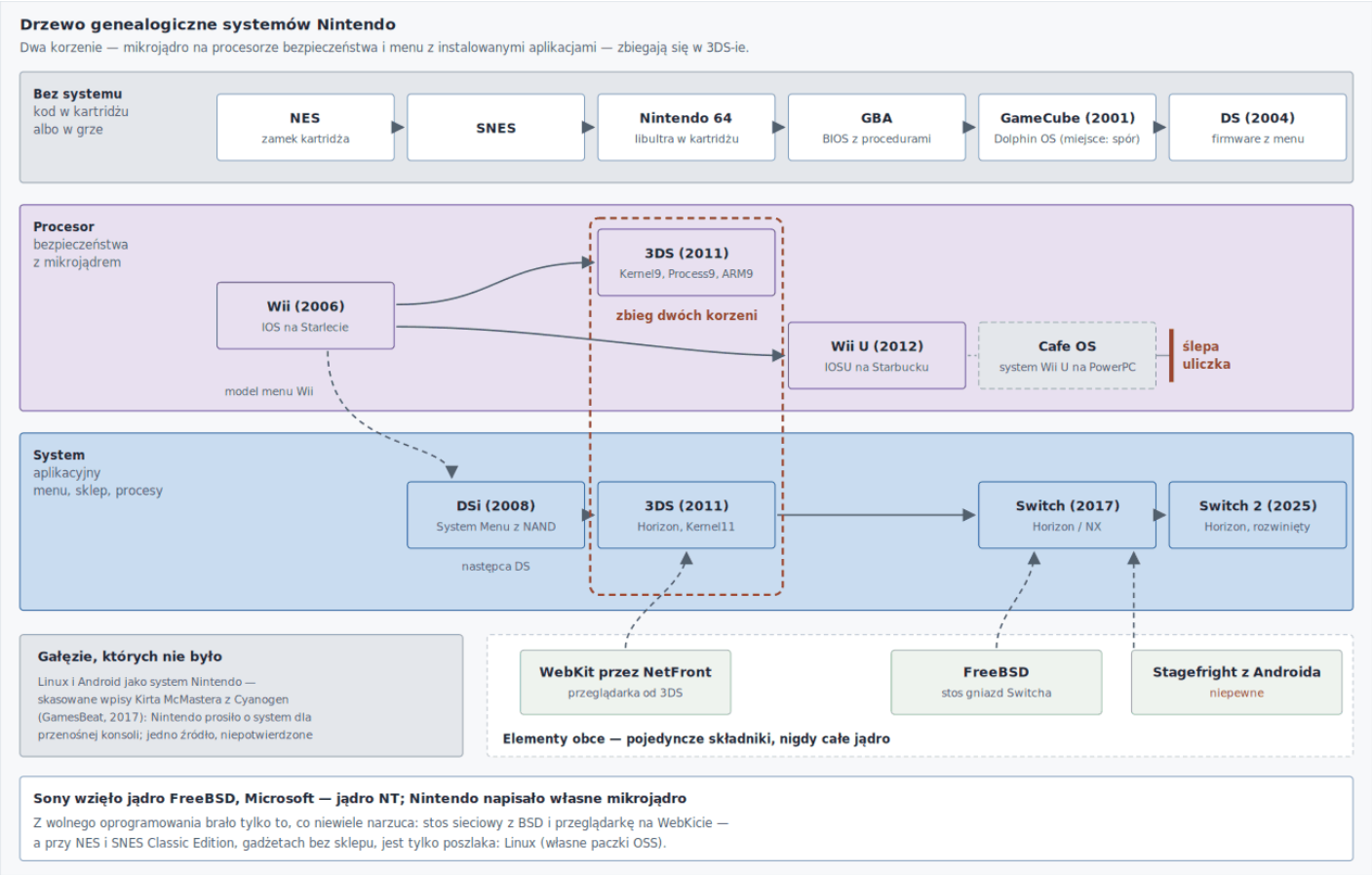
Mit „Switch to FreeBSD” ma prosty rodowód: licencje BSD w notach i doniesienia z 2017 roku — strona **FreeBSD** wskazuje OSnews, a linux.org.ru miał wtedy wiadomość „Firmware Nintendo SWITCH основана на базе FreeBSD”. Wątek na forum FreeBSD z 5 lutego 2022 roku, „FreeBSD run Nintendo Switch outsells the Wii”, pokazuje, jak takie zdanie się prostuje: założyciel sam się poprawił, że Horizon nie jest w większości z FreeBSD.

Dlaczego nie Linux ani BSD

Sony w PS4 i PS5 wzięło jądro FreeBSD, Microsoft w Xboksie — jądro NT; Nintendo napisało własne mikrojądro. Nintendo tego wyboru nie wyjaśniło, więc poniżej jest moja teza zbudowana z argumentów, które dają źródła.

1. **Kontrola dystrybucji.** Od Wii Nintendo chce być „the sole distributor of content”; własny łańcuch zaufania łatwiej domknąć w małym mikrojądrze.
2. **Bezpieczeństwo przez prostotę.** Stałe pule obiektów i maski wywołań to minimalna powierzchnia ataku — choć błąd z PID 0 pokazał, że nie zerowa.
3. **Ciągłość.** 3DS → Switch → Switch 2: jedna linia systemu, wspólna numeracja wersji, zgodność przez podmianę funkcji SDK.
4. **„Rodzina systemów”.** Iwata chciał jednego sposobu programowania dla wszystkich urządzeń Nintendo — bez zależności od cudzego harmonogramu.
5. **Liberalne licencje.** Z wolnego oprogramowania Nintendo bierze elementy, które niewiele narzucają — stos sieciowy z BSD, przeglądarkę na WebKicie przez ACCESS — i publikuje źródła, gdzie licencja tego wymaga.

Kontrapunkt, oparty tylko na poszlace z poprzedniego rozdziału: NES i SNES Classic Edition, zamknięte gadżety bez sklepu, mają na stronie OSS własne paczki, co może oznaczać Linuksa. Jeśli tak jest, pasuje to do tezy: własny system tam, gdzie trzeba pilnować sklepu, gotowy tam, gdzie nie ma czego pilnować.



Rysunek 5. *Systemy Nintendo wyrosły z dwóch korzeni — mikrojądra na procesorze bezpieczeństwa (Wii) i menu z instalowanymi aplikacjami (DSi) — które zbiegły się w 3DS-ie; Cafe OS był boczną gałęzią, a z cudzego kodu Nintendo przyjmowało w tych systemach tylko pojedyncze składniki, nigdy całe jądro.*

Koniec usług: cykl życia systemu z serwerami

Konsola bez systemu żyje tak długo jak jej krzem. Konsola ze sklepem i podpisanymi tytułami ma drugi zegar — serwery producenta.

Usługa	Ostatnie doładowania	Zamknięcie
Nintendo DSi Shop	30 IX 2016	31 III 2017
Wii Shop Channel	26 III 2018	30 I 2019
eShop Wii U i 3DS	23 V 2022 (karta kredytowa), 29 VIII 2022 (karty eShop)	27 III 2023 (koniec zakupów)

Po zamknięciu eShopu Wii U i 3DS ponowne pobieranie, aktualizacje i gra online działały dalej „for the foreseeable future”; dla Wii ponowne pobieranie „will eventually end at a future date”. System działa, ale łańcuch dystrybucji — podpisy, bilety, serwery — traci źródło. Dla administratora to znajomy obraz: licencje ważne tak długo, jak działa serwer wydawcy. Game-key cards Switcha 2 przesuwają tę zależność na nośniki fizyczne.

Co wniosło i co zabrało

Wniosło: mikrojądro w sprzęcie konsumenckim na masową skalę — od Wii przez 3DS po Switcha, łącznie ponad trzysta milionów urządzeń według danych sprzedaży z tej strony; sterowniki jako procesy, maski wywołań i stałe pule obiektów jądra w urządzeniu, które kupują dzieci; zgodność wsteczną przez warstwę systemu zamiast przez emulator (sloty IOS w Wii, nnCompat w Switchu 2); jedną linię systemu na kilka generacji sprzętu.

Zabrało: konsolę jako urządzenie, które ma się na własność w całości. Od Wii o tym, co wolno uruchomić, decydują klucze w krzemie i serwery Nintendo; od 2025 roku umowa pozwala unieruchomić konsolę, a system nagrywa czat. Zakupy cyfrowe żyją tak długo jak sklep, a game-key cards wiążą z serwerem nawet nośnik fizyczny.

Największe wady

Dobry projekt, dziurawe wykonanie

Wii padło przez porównanie skrótu funkcją `strncmp`, Switch — przez niezainicjowaną zmienną dającą PID 0 i przestarzały WebKit. W obu przypadkach badacze chwalili architekturę i wskazywali jedną linijkę.

Sekrety i błędy zapisane w krzemie

Szyfrowanie kart DS, klucz wspólny Wii w OTP, boot ROM Tegry: to, co zapisano w krzemie, nie daje się poprawić u klienta. Fusée Gelée dotyczy na zawsze wszystkich Switchy sprzed Mariko.

Zgodność kontra bezpieczeństwo

Sloty IOS chroniły gry przed zmianami systemu — i chroniły stare błędy przed łatkami. Nintendo musiało wybierać między zepsuciem gry a zostawieniem dziury.

Zależność od serwerów

Aktualizacja dnia premiery Wii U trwała ponad godzinę i potrafiła zablokować konsolę; zamknięte sklepy DSi, Wii, Wii U i 3DS odcięły zakupy. System konsoli bez serwera jest kompletny technicznie, ale nie handlowo.

Język

Ani menu Wii, ani menu Switcha nie miały polskiego, a ustawienie z wersji 21.0.0 Switcha 2 (2025) przełącza tylko gry; jeszcze w styczniu 2026 roku menu było angielskie.

Praktyka: konsola Nintendo w 2026 roku

- **Kontrola rodzicielska.** GameChat jest dla osób poniżej 16 lat domyślnie zablokowany; zarządza się nim w aplikacji Kontrola Rodzicielska, a wideo wymaga zgody rodzica dla każdego nowego pokoju. GameChat wymaga numeru telefonu przypisanego do konta — u dziecka numeru rodzica.
- **Prywatność.** GameChat nagrywa rozmowę lokalnie na konsolach uczestników, a ze zgłoszeniem idą ostatnie 3 minuty; polityka prywatności z maja 2025 roku dopuszcza monitorowanie czatów. Gdy konsola stoi w firmowym pokoju socjalnym, użytkownicy powinni o tym wiedzieć.
- **Cykl życia.** Zakupy cyfrowe przeżywają sklep tylko jako ponowne pobieranie „do odwołania”. Game-key cards wymagają internetu przy pierwszym uruchomieniu — dla archiwizacji i kolekcji to zasadnicza różnica wobec zwykłych kart.
- **Ryzyko blokady.** Modyfikacje i flashkarty mogą skończyć się unieruchomieniem konsoli lub odcięciem usług (umowa z 9 maja 2025 roku, blokady za kartridże MIG z czerwca 2025 roku) — także wtedy, gdy na flashkarcie są kopie własnych gier.
- **Emulacja.** Dolphin (GameCube i Wii) jest rozwijany dalej, ale bez Steama; Yuzu i Ryujinx zniknęły. Granica prawna jest opisana na stronie **Konsole bez systemu: od Ponga do PlayStation**: program emulatora jest legalny, klucze i obchodzenie zabezpieczeń — nie.
- **Zgodność licencyjna.** Firma z polityką inwentaryzacji wolnego oprogramowania znajdzie paczki kodu dla kolejnych wersji systemu Switcha i Switcha 2 na stronie OSS Nintendo.

Ściągawka

Konsola	Premiera (Japonia / Ameryka / Europa)	„System”	Sprzedaż wg Nintendo (mln)
Game Boy Advance	21 III 2001 / 11 VI 2001 / 22 VI 2001	BIOS 16 KB z procedurami	81,51
GameCube	14 IX 2001 / 18 XI 2001 / 3 V 2002	IPL z menu, minimalny Dolphin OS	21,74
Nintendo DS	2 XII 2004 / 21 XI 2004 / 11 III 2005	firmware z menu i PictoChatem	154,02
Wii	2 XII 2006 / 19 XI 2006 / 8 XII 2006	IOS na Starlecie, sloty wersji; System Menu	101,63
Nintendo DSi	1 XI 2008 / — / —	System Menu z NAND, DSi Shop	—
Nintendo 3DS	26 II 2011 / 27 III 2011 / 25 III 2011	Horizon (Kernel11) + Kernel9/Process9	75,94
Wii U	— / 18 XI 2012 / —	Cafe OS + IOSU	13,56
Switch	3 III 2017 (premiera światowa)	Horizon/NX, mikrojądro z usługami	156,59
Switch 2	5 VI 2025	Horizon, nnCompat, GameChat	23,68

Kreski oznaczają daty, których materiał tego tekstu nie potwierdza.

Mity i sprostowania

Główne mity — FreeBSD, Android, iOS, „Horizon z 3DS”, emulacja w Switchu 2, Fusée Gelée, Ryujinx, polskie menu — rozbiera tabela na początku strony. Poza nią:

- **„Nintendo zablokowało Dolphina na Steamie pismem DMCA.”** Według późniejszego wyjaśnienia zespołu formalnego zawiadomienia nie było — prawnicy Nintendo zwrócili się do Valve. Pierwszy wpis zespołu mówił jednak o „cease and desist citing the DMCA”, więc obie wersje pochodzą od samego zespołu.
- **„Homebrew Channel był od początku otwarty.”** Kod otwarto dopiero w wersji 1.1.3 z 22 listopada 2016 roku.
- **„GameCube miał płyty 1,5 GB.”** Copetti podaje do 1,4 GB; różnica wynika najpewniej z mieszania gigabajtów dziesiętnych i binarnych.
- **„Nintendo nie publikuje kodu.”** Publikuje archiwa dla kolejnych wersji systemu Switcha, Switcha 2 i dla Wii U.
- **„DS dostawał aktualizacje systemu.”** Nowe wersje firmware szły tylko do nowych partii produkcyjnych.

Epilog

Dwadzieścia pięć lat oprogramowania Nintendo da się opowiedzieć jako przeprowadzkę systemu. W GameCubie mieszkał w grze, w Wii — w ukrytym procesorze, który gra mogła przestawić na inną wersję, w 3DS i Wii U — w konsoli, a w Switchu 2 — w konsoli i na dwóch generacjach naraz. Za każdym razem przeprowadzkę wymuszało co innego: zgodność, bezpieczeństwo, sklep, jeden zespół programistów dla wszystkich urządzeń.

Stałe zostało jedno: w konsolach ze sklepem Nintendo nigdy nie wzięło cudzego jądra. Wzięło gniazda z FreeBSD, przeglądarkę z WebKita, kody błędów z Linuksa i być może framework multimedialny z Androida — ale rdzeń, który decyduje, co wolno uruchomić, zawsze był własny. W pierwszym rozdziale cytowałem Copettiego: Nintendo chce być „the sole distributor of content”. Wszystko, co na tej stronie opisane, od pęsety po wyrok dla Bowsera, jest historią sporu o to zdanie.

Ciekawostki zebrane

- Team Twiizers nazwali się od pęsety, którą zwierali punkty na płycie Wii, żeby dobrać się do pamięci po trybie GameCube'a.
- Furtką do homebrew na Wii było imię konia w zapisie „Twilight Princess”.
- Nintendo miało wariant IOS różniący się od innego tylko domyślnym rozmiarem bufora TCP.
- Wii grało w gry GameCube'a, ładując na procesorze ARM wariant MIOS, który udawał IPL GameCube'a.
- Pierwszy publiczny exploit Switcha szedł przez przeglądarkę uruchamianą linkiem z pomocy „Puyo Puyo Tetris”.
- Stos sieciowy Switcha ma komendy z FreeBSD i kody błędów z Linuksa.
- fail0verflow zgłaszało błąd Tegry nie Nintendo, tylko Google'owi — 90 dni wcześniej.
- Linux na Switchu wystartował z łańcucha startowego tabletu Pixel C.
- eShop Switcha i Switcha 2 to aplet przeglądarkowy; Switch 2 jest dziewiątym urządzeniem Nintendo z NetFrontem firmy ACCESS.
- Switch 2 udaje grom Switcha 1, że ma trzy rdzenie, i przestawia im zegar systemowy z 19,2 na 31,25 MHz.
- Nintendo DS dostawało nowe wersje firmware tylko w nowych partiach produkcyjnych — około pięciu, bez żadnej aktualizacji u użytkownika.
- Program startowy Wii, boot0, ma półtora kilobajta i przy błędzie po prostu zapętla się w nieskończoność.
- Na kongresie 34C3 badacze, którzy złamali Switcha, nazwali jego system jednym z najbezpieczniejszych, jakie widzieli.
- Wii w dniu europejskiej premiery trafiło do Polski w liczbie około 2000 egzemplarzy na cały kraj.

- „Wiedźmin 3” na Switchu dał 11% sprzedaży gry w 2019 roku — więcej niż wersja na Xbox One.
- Gary Bowser spłacał 10 mln USD po 25 dolarów miesięcznie z pensji więziennej.
- Switch (156,59 mln) wyprzedził DS (154,02 mln); Switch 2 w trzynaście miesięcy przebił całe życie GameCube'a.
- Pierwsze gry Nintendo z polskimi napisami przyszły 22 stycznia 2026 roku — czterdzieści lat po europejskiej premierze NES.

Oś czasu

Data	Wydarzenie
21 III 2001	Game Boy Advance w Japonii
14 IX 2001	GameCube w Japonii (Europa 3 V 2002)
21 XI 2004	Nintendo DS w Ameryce
19 XI 2006	Wii w Ameryce (Europa i Polska 8 XII 2006)
2008	Twilight Hack i Homebrew Channel; Dolphin otwarty na GPLv2
1 XI 2008	Nintendo DSi w Japonii
28 XII 2008	25C3: „Console Hacking 2008: Wii Fail”
VI 2010	ostatnia aktualizacja Wii — 4.3E
26 II 2011	Nintendo 3DS w Japonii — Horizon
18 XI 2012	Wii U w USA; aktualizacja dnia premiery
II 2013	Nintendo kończy współpracę ze Stadlbauerem
30 I 2014	Iwata: „brothers in a family of systems”
1 III 2014	Conquest Entertainment dystrybutorem w Polsce (według bloga PPE.pl)
17 III 2015	Iwata używa nazwy „NX”
22 XI 2016	Homebrew Channel 1.1.3 — kod otwarty
3 III 2017	Switch na świecie i w Polsce; NetFront Browser NX
31 III 2017	zamknięcie DSi Shop
28 XII 2017	34C3: „Console Security – Switch. Homebrew on the Horizon”
23–24 IV 2018	Fusée Gelée i ShofEL2
1 V 2018	CVE-2018-6242 w NVD

Data	Wydarzenie
30 I 2019	zamknięcie Wii Shop Channel
17 VII 2019	zapowiedź HAC-001(-01) z układem Mariko
15 X 2019	„Wiedźmin 3” na Switchu
20 VIII 2020	Mesosphère — otwarte jądro Horizonu uruchomione
10 II 2022	40 miesięcy więzienia dla Gary'ego Bowsera
27 III 2023	koniec zakupów w eShopie Wii U i 3DS
27 V 2023	Dolphin znika ze Steama
27 II / 4 III 2024	pozew i ugoda Yuzu
1 X 2024	koniec Ryujinx
2 IV 2025	Nintendo Switch 2 Direct
9 V 2025	umowa użytkownika: „permanently unusable”
5 VI 2025	premiera Switcha 2, także w Polsce
17 VI 2025	zgłoszenia blokad za kartridże MIG
11 XI 2025	system 21.0.0: ustawienie „Polish/English”
22 I 2026	polskie napisy w „Mario Kart World” i „Donkey Kong Bananza”
30 VI 2026	Switch 156,59 mln, Switch 2 23,68 mln
1 X 2026	system 23.0.1 Switcha 2

Wątek polski

Dystrybucja: trzy podejścia, żadnego oddziału

Według zebranych źródeł Nintendo nie miało w Polsce własnego oddziału. Według bloga społecznościowego w PPE.pl (2014) NES i SNES nie miały tu oficjalnej premiery, Nintendo 64 dystrybuowała firma **Lukas Toys** (gry kosztowały ponad 300 zł), która promowała też GBA i GameCube'a — ten ostatni reklamowany jako „konsola dla wybrańców”. Schedę przejęła austriacka firma **Stadlbauer** — według bloga około 2005–2006 roku, choć Spider's Web datuje oficjalne wejście Nintendo do Polski na około 2010 rok[4] — a od 1 marca 2014 roku czeska **Conquest Entertainment**. Gry na DS kosztowały około 169 zł, czasem 200 zł, i według bloga „Wysokie ceny gier odstraszały potencjalnych klientów”. Jedynym wydarzeniem, jakie blog odnotowuje, był pokaz 3DS w Warszawie 21 lutego 2011 roku, przed premierą konsoli. Inny wpis na blogu PPE.pl z

września 2014 roku opisuje początki Conquest: najpierw małe i średnie sklepy, promocja „Mario Kart 8” z drugą grą gratis i rozmowy o lokalizacji gier, które wtedy nic nie dały.

Pewniejsze są źródła prasowe. Geekweek (Interia) w teście Wii pisał o „oficjalnym dystrybutorze – firmie Stadlbauer” i o tym, że „nie spolszczono menu głównego konsoli”; zestaw Wii z grą kosztował wtedy około 800 zł, a drugi kontroler Wii Remote z Motion Plus i Nunchukiem — około 150 zł (to ceny z czasu testu, nie premierowe). Spider's Web 12 lutego 2013 roku donosił, że Nintendo „ostatecznie zrezygnowało z usług Stadlbauera”, który rozprowadzał „ułamek wszystkich tytułów Nintendo”, a „zdobycie atrakcyjnych gier często zmusza do zakupów za granicą”. 19 maja 2014 roku ruszyła strona **nintendo.pl** — według Spider's Web z tekstem jak z tłumacza maszynowego („Całkowicie nieprofesjonalne wykonanie, które aż szczypie w oczy”), bez cen i linków do eShopu; Wii U z grą kosztowało wtedy „rzędu 1300 złotych”.

Kontroler Wii Remote RVL-003 — w Polsce, według testu Geekweek z czasów oficjalnej dystrybucji p

Kontroler Wii Remote RVL-003 — w Polsce, według testu Geekweek z czasów oficjalnej dystrybucji przez firmę Stadlbauer, drugi taki kontroler z przystawką Motion Plus i Nunchukiem kosztował około 150 zł. Źródło: technischesmuseum.at, CC BY-NC-ND 4.0, autor: Technisches Museum Wien.

Premiery i ceny

Wii było w Polsce od europejskiej premiery 8 grudnia 2006 roku; felieton w GRY-OnLine z tego dnia mówił, że „na cały kraj przypadło circa 2000 konsol”. Według Spider's Web ze stycznia 2017 roku Conquest Entertainment z Pragi raportował do niemieckiego oddziału Nintendo, a Polska była w „klubie państw, które dostaną konsolę Nintendo Switch w dniu światowej premiery”, 3 marca 2017 roku. Ceny ustalały sklepy: Switch kosztował od 1399 do 1449 zł[5], z grą „Syberia 3” — 1599 zł. Switch 2 według informacji sieci handlowych z 3 kwietnia 2025 roku kosztował **2199 zł**, a z „Mario Kart World” 2399 zł[6]; x-kom potwierdzał te ceny w dniu premiery, 5 czerwca 2025 roku. Nominalnie to 57% więcej niż za Switcha w 2017 roku.

Język: „Polish/English”

W lipcu 2017 roku Spider's Web pisał, że Nintendo „pozostaje przy tym, że Polska nie istnieje”: karty w eShopie nie informowały o polskiej wersji, choć gry ją miały („Gonner”, „Auta 3”, „LEGO City Undercover”). Na liście języków menu Switcha w kopii Wikipedii polskiego nie ma — gra sama decydowała o języku, bo system go nie znał.

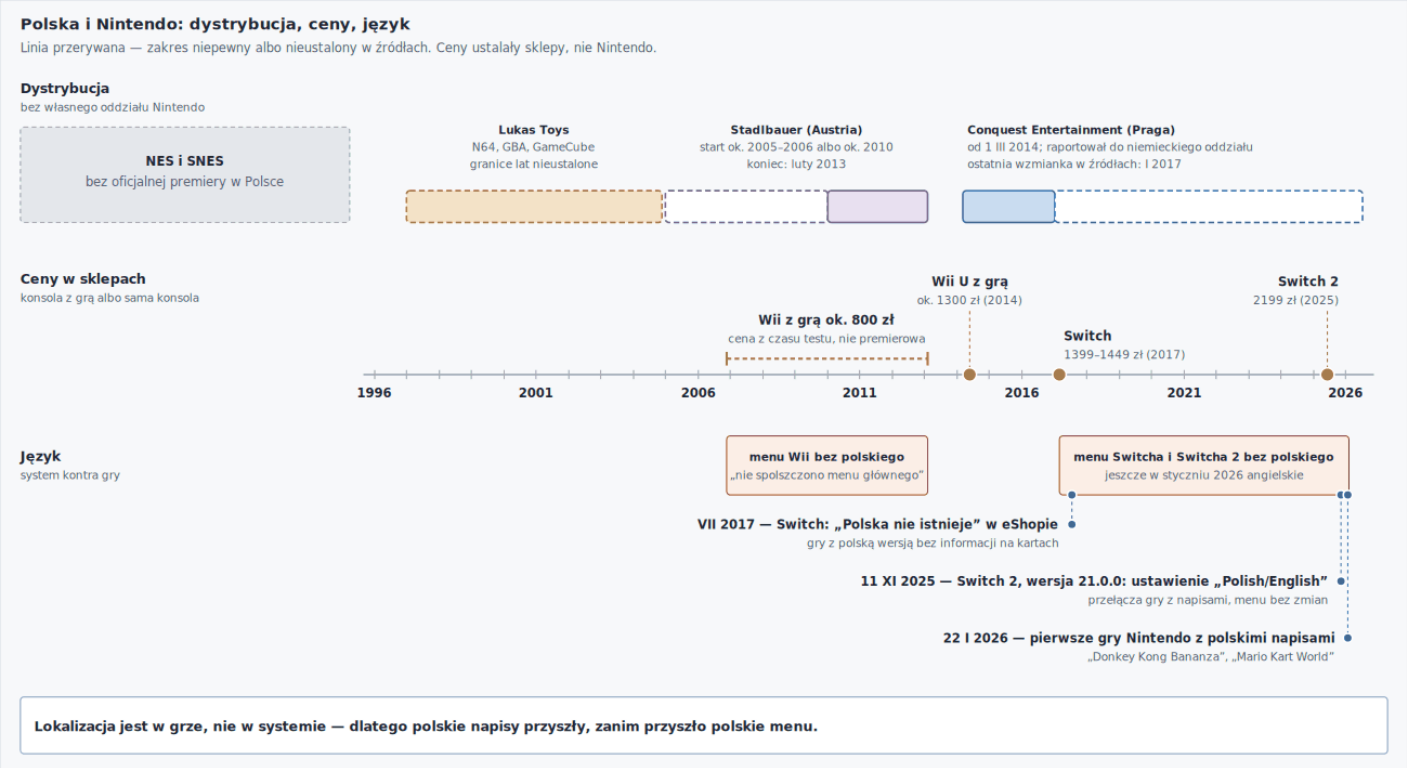
11 listopada 2025 roku wersja 21.0.0 systemu Switcha 2 dodała w ustawieniach opcję „Polish/English”. Menu zostało angielskie — Chip.pl: „sama zmiana ustawienia systemowego nie przełoży się na polski interfejs konsoli” — a ustawienie przełącza gry z polskimi napisami. Nintendo zapowiedziało pełne napisy w najważniejszych tytułach, bez dubbingu, i szerszy katalog „w dalszej perspektywie”. **22 stycznia 2026 roku** aktualizacje „Donkey Kong Bananza” i „Mario Kart World” przyniosły polskie napisy (w „Mario Kart World” także część imion postaci) — pierwsze gry Nintendo

z polską lokalizacją; Nintendo nazwało to „pierwszym etapem”, a „samo menu nadal nie jest w rodzimym języku”.

> Z punktu widzenia systemu „Polish/English” działa jak wpis w ustawieniach, który odczytują gry. Lokalizacja jest w grze, nie w systemie — dlatego polskie napisy mogły przyjść, zanim przyszło polskie menu.

Polskie studia na konsolach Nintendo

- **Bloober Team** — „Layers of Fear: Legacy” na Switchu 21 lutego 2018 roku (Europa, Ameryka Północna, RPA i Australia), w Azji 29 marca.
- **11 bit studios** — „This War of Mine: Complete Edition” ze wszystkimi dodatkami, 27 listopada 2018 roku, 39,99 USD/EUR, wydawca Deep Silver.
- **CD Projekt** — „The Witcher 3: Wild Hunt — Complete Edition” na Switchu 15 października 2019 roku. Port wykonało Saber Interactive „in close cooperation” z CD Projekt Red; Piotr Chrzanowski z CDPR mówił, że wiedza o ekosystemie Switcha to „a huge gain”. Wersja na Switcha dała 11% sprzedaży gry w 2019 roku — więcej niż Xbox One (10%).
- **Techland** — „Dying Light Platinum Edition” na Switchu, zapowiedziana na październik 2021 roku.
- **CD Projekt Red** — „Cyberpunk 2077” na Switchu 2, port wewnętrzny; Charles Tremblay: „Cyberpunk is built for x86 with old PC architecture”, a Switch 2 to „a very, very different architecture”; shadery przepisywano z HLSL na GLSL.



Rysunek 6. *Nintendo obsługiwało Polskę przez zewnętrznych dystrybutorów, a językiem zajmowały się gry, nie system — pierwsze ustawienie polskie w systemie pojawiło się dopiero w*

Switchu 2 i dotyczy gier, nie menu.

Źródła i dalsze lektury

Przypisy

[1] Do 1,4 GB: Copetti, GameCube Architecture; 1,5 GB albo 1,46 GB: wartości powtarzane w innych opracowaniach, bez wskazanego źródła — różnica wynika najpewniej z mieszania jednostek dziesiętnych i binarnych.

[2] „Input/Output Operating System” (nieoficjalnie): Copetti, Wii Architecture; rozwinięcie nieznane, propozycje „IOP Operating System” i „Independent Operating system”: WiiBrew — IOS.

[3] „cease and desist citing the DMCA”: blog Dolphin (27 V 2023); brak formalnego zawiadomienia DMCA, interwencja prawników u Valve: GIGAZINE (21 VII 2023), za wyjaśnieniem zespołu z 20 VII 2023.

[4] Stadlbauer od ok. 2005–2006: blog PPE.pl (2 XI 2014); oficjalne wejście Nintendo do Polski „niemal trzy lata” przed lutym 2013, czyli ok. 2010: Spider's Web (12 II 2013). Możliwe, że chodzi o formalne pojawienie się Polski na liście rynków Nintendo of Europe.

[5] 1399 zł (CDP.pl) i 1449 zł (Ultima), ceny sklepów w przedsprzedaży: Spider's Web (17 I 2017).

[6] 2399 zł z „Mario Kart World”: android.com.pl (3 IV 2025) i tekst x-kom (5 VI 2025); 2499 zł: karta produktu zestawu w tym samym sklepie.

Architektura konsol:

- Rodrigo Copetti: GameCube; Game Boy Advance; Nintendo DS; Wii; Nintendo 3DS
- WiiBrew — IOS; Twilight Hack; Homebrew Channel; DSiBrew — System Menu; 3dbrew — spór o nazwę Horizon
- WiiUBrew — Cafe OS; WiiUBrew — IOSU
- SwitchBrew: Kernel; Sockets services; Hardware; Tegra X1; strona główna; Switch 2: Hardware; Switch 2: System Versions; Switch 2: Compatibility Mode
- Methodically Defeating Nintendo Switch Security (arXiv 1905.07643); HandWiki — Nintendo Switch system software (kopia Wikipedii)

- ACCESS — NetFront Browser NX w Switchu (2017); ACCESS — Switch 2 (2025)
- Nintendo — strona OSS; forum FreeBSD (2022)

Bezpieczeństwo (historia):

- 25C3 — Console Hacking 2008: Wii Fail; 34C3 — Console Security – Switch; Hackaday (29 XII 2017)
- The Register — Fusée Gelée; NVD — CVE-2018-6242; fail0verflow — ShofEL2
- linux.org.ru — Mesosphère (2020); Atmosphère 0.15.0
- AnandTech — nowy Switch (2019)

Prawo:

- VGC — wyrok dla Bowsera; IT Pro — spłata
- Dolphin — FAQ; blog Dolphin (2023); GIGAZINE (2023)
- GamingOnLinux — Ryujinx; Android Authority — umowa użytkownika; Android Authority — blokady MIG

Nintendo, Iwata, Switch 2:

- Nintendo IR — Q&A 8 V 2015 (NX); TechCrunch (2015); Siliconera — Iwata o „family of systems” (2014)
- Nintendo World Report — premiera Wii U; My Nintendo News — przeprosiny Iwaty; Engadget (2012)
- Thurrott — Switch 2 Direct; TechRadar — game-key cards; Nintendo — GameChat
- Nintendo IR — sprzedaż; Fullcleared — wyniki Q1
- Delisted Games — DSi Shop; Nintendo — zamknięcie DSi Shop; Nintendo — Wii Shop Channel; Gematsu — eShop Wii U i 3DS
- Nintendo Developer Portal — proces; DualShockers — portal zamiast WarioWorld; Super Mario Wiki — NintendoWare Bezel Engine
- GamesBeat — Cyanogen (2017)

Polskie:

- blog PPE.pl — „Do trzech razy sztuka”; blog PPE.pl — współpraca z Conquest (2014); Geekweek — test Wii; GRY-OnLine — 8 XII 2006
- Spider's Web: 2013; nintendo.pl (2014); Switch w Polsce; cena Switcha; gry po polsku
- android.com.pl — cena Switcha 2; x-kom — premiera Switcha 2

- PPE.pl — 21.0.0; Chip.pl — 21.0.0; PPE.pl — pierwsze gry po polsku
- CD Projekt — Wiedźmin 3 na Switchu; VGC — Chrzanowski; VGC — 11% sprzedaży; Gameranx — Cyberpunk na Switchu 2
- BiznesRadar — Layers of Fear: Legacy; premiera w Azji; BiznesRadar — This War of Mine; PPE.pl — Dying Light

Ilustracje

Diagramy są moje. Zdjęcia konsol pochodzą ze zbiorów cyfrowych muzeów i archiwów, które udostępniają je jako domenę publiczną, CC0 albo na licencjach Creative Commons; część zdjęć jest na licencjach niekomercyjnych (NC) — ta wiki jest prywatna i niekomercyjna, obrazy pokazujemy bez zmian. Obrazy są wyświetlane bezpośrednio z serwerów instytucji; licencja i autor albo instytucja stoją w każdym podpisie. Zdjęć i zrzutów objętych zastrzeżeniem praw nie osadzamy.

Nota metodyczna: czego nie wiemy

- **Dokumentacja Nintendo.** Nintendo nie publikuje opisu swoich systemów; prawie wszystko pochodzi z analiz Copettiego, wiki społeczności i wykładów badaczy. Pracę o Switchu z arXiv i kopię Wikipedii traktuję ostrożnie.
- **Dolphin OS** — czy rezyduje w IPL GameCube'a, czy jest biblioteką w grze, czy jedno i drugie; brak źródła pierwotnego.
- **Rozwinięcie skrótu IOS** i to, czy IOS planowano jako bibliotekę SDK.
- **Nazwa „Horizon”** — czy nadało ją Nintendo; spór na 3dbrew nierozstrzygnięty. Brak dowodu na wspólny kod IOS i Horizonu.
- **Język jądra Horizonu** — C++ wynika z nazw klas, nie z wypowiedzi Nintendo.
- **Stagefright i stos graficzny z Androida** w Switchu — tylko kopia Wikipedii; słowa Kirta McMastera z Cyanogen — jedno źródło.
- **Zawartość paczek OSS Nintendo** — nieobejrzana.
- **Switch 2** — czy jądro jest identyczne z jądrem Switcha 1 i jakie procesory bezpieczeństwa ma T239; stanu jego zabezpieczeń w 2026 roku nie badałem.
- **Cytaty Iwaty z 30 I 2014** — za Siliconerą, bez transkrypcji Nintendo.
- **Team Xecuter** — szczegóły aktu oskarżenia i produktów; skutki blokad za kartridże MIG.
- **Daty**: pierwsze wydanie Homebrew Channel, numer łatki dnia premiery Switcha, premiery Switcha Lite i OLED, rozmiar aktualizacji dnia premiery Wii U.
- **NintendoWare Bezel Engine i portal deweloperski** — szczegóły silnika tylko z fanowskiej wiki, data zastąpienia WarioWorld niepewna.
- **NES i SNES Classic Edition na Linuksie** — tylko poszlaka.

Moją syntezą, a nie ustaleniem źródłowym, są: podział na pięć modeli „gdzie mieszka system” i tabela „co jest systemem”; odczytanie zdania z WiiUBrew jako punktu zwrotnego całej historii; teza, że spory prawne Nintendo toczą się o klucze i podpisy, a nie o kod emulatorów; uzasadnienie, dlaczego Nintendo nie wzięło Linuksa ani BSD, wraz z kontrapunktem Classic Edition; powiązanie wypowiedzi Iwaty z wyborem Horizonu; zestawienie slotów IOS z nnCompat jako jednej filozofii zgodności; ocena GameChatu jako odwrócenia modelu GameCube'a; oraz werdykty w tabeli tez.

Revision #5
Created 2026-10-11 20:53:08 UTC by Tomasz Konieczny
Updated 2026-10-11 21:04:34 UTC by Tomasz Konieczny