

Nätverksanalys av Wii Shop Channel

Jos Rosenqvist (jo3812ro-s@student.lu.se)
Axel Österblad (ax0574os-s@student.lu.se)

Sammanfattning—Nätverkstrafiken för Wii Shop Channel har analyserats med Wireshark på en PC som kör Wii Shop Channel i emulatoren Dolphin. Wii Shop Channel använder TCP och TLS för alla anslutningar. Nästan all navigering i användargränssnittet sker genom att klienten hämtar en sida från en av Nintendos servrar i USA och sedan renderar sidan när hämtningen är klar. Det finns ingen prefetching, och klientens cache för sidor är mindre än 1 MiB. Ofta öppnas en ny TCP-anslutning för varje sidohämtning, och fördröjningen detta skapar motsvarar några hundra millisekunder utav de 1–3 sekunder det tar att ladda en sida. Nedladdning av mjukvara verkar hanteras av en CDN. Nedladdningshastigheten är snabb i emulatoren, men på en Wii är den bara 400–600 KiB/s, vilket skulle kunna bero på begränsningar i nätverkshårdvaran eller kanske operativsystemskod.

I. INLEDNING

År 2006 lanserade Nintendo sin femte stationära konsol, Nintendo Wii. Den slog försäljningsrekord under lanseringshelgen i Europa [1] och har sedan sin lansering sålt över 101 miljoner exemplar världen över [2]. Jämfört med de konkurrerande konsolerna Xbox 360 och PlayStation 3 hade den svag hårdvara, men den var billigare och hade ett innovativt kontrollsystem. De flesta spel till konsolen har enbart släppts på DVD-liknande skivor, men vissa spel kan köpas digitalt via applikationen Wii Shop Channel.

Tillsammans med Xbox Live Marketplace och PlayStation Store var Wii Shop Channel en av de första onlineaffärerna som lät kunder ladda ner spel direkt till sina spelkonsoler. Genom Wii Shop Channel säljs både emulerade spel för äldre konsoler under namnet Virtual Console och nyutvecklade spel under namnet WiiWare. Det finns även ett litet antal gratis applikationer (kallade ”kanaler”) att ladda ner, till exempel en Netflix-klient. För att köpa spel kan användare antingen betala med kreditkort eller lösa in Wii Points Cards som tidigare har funnits att köpa i spelbutiker. Jämfört med liknande tjänster har Wii Shop Channel inte särskilt många finesser. Det går till exempel inte att titta på speltrailers eller andra videor, och det går inte att ladda ner köpta spel på en annan Wii än den man gjorde köpet på. Över åren har tjänsten fått relativt få ändringar, och den planeras att stängas ner i 2019 [3].

II. BAKGRUND

A. CDN

När man ska distribuera någon form av data till användare över hela världen vill man att det ska gå fort och utan fel. Om man har en enstaka server någonstans i världen som ska ha hand om den uppgiften blir det jobbigt. Dels behöver datan ibland skickas långa sträckor för att nå användare som befinner sig långt ifrån servern och dels kan det bli högt tryck på servern om många försöker ladda ner samtidigt.

Istället kan man sprida ut kopior av datan på ett Content Delivery Network, även kallat Content Distribution Network, som består av flera servrar på olika platser i världen. Fördelen med detta är att klienten kan välja den server som det är kortast avstånd till, vilket gör att paketet inte behöver hoppa lika många gånger för att nå fram. På så vis minskar risken att paket inte kommer fram rätt, och den effektiva nedladdningshastigheten ökar eftersom inte lika många paket behöver skickas om. Dessutom blir det lägre tryck per server eftersom trycket kan delas bland serverna.

B. TCP

Transmission Control Protocol är ett transportprotokoll, det vill säga att det arbetar ovanför nätverkslagret i OSI-modellen. Dess uppgift är skapa en tillförlitlig logisk anslutning mellan två applikationer. Med tillförlitlig menas här att man vill undvika att den data som kommer fram inte är samma som den data som skickades, att data kommer fram i fel ordning, och att data inte kommer fram. För att det ska gå att upptäcka när sådana problem inträffar på nätverkslagret innehåller alla TCP-paket ett sekvensnummer och även en checksum som, genom att summera bitarna, kan användas för att kontrollera att ingen bit har förändrats av misstag. Mottagare av paket ska dessutom skicka ACK-meddelanden för korrekt mottagna paket så att sändaren vet vilka paket som kan behöva skickas om. Omskickandet av paket sker med en Go-back-N ARQ-algoritm. Om till exempel paket 1, 3, och 4 har kommit fram kommer mottagaren bara skicka ACK-meddelanden för paket 1, inte paket 3 och 4, eftersom det saknas ett paket som ska komma före. Servern skickar då om alla paket från och med paket 2.

C. TLS

Transport Layer Security är ett protokoll vars uppgift är att etablera en säker uppkoppling mellan två applikationer. Det gör detta genom att kryptera all data som skickas, att autentisera servern och ibland även klienten, och att kontrollera den mottagna datans integritet. Protokollet arbetar precis ovanför transportprotokollet TCP.

TLS består egentligen av två protokoll, TLS Record Protocol och TLS Handshake Protocol. Record Protocol är det undre lagret, närmst TCP, och har i uppgift att kapsla in alla övre protokoll. Ett av dessa protokoll är Handshake Protocol, vars uppgift är att autentisera användare och server samt att förhandla vilken krypteringsalgoritm som ska användas. Detta sker innan själva datan skickas.

III. FRÅGESTÄLLNING

- Skickas privat information såsom kreditkortsnummer över osäkra anslutningar eller till okända servrar?
- Wii Shop Channel upplevs ofta som långsamt. Varför är det så?

IV. UTFÖRANDE

Nätverkstrafiken har analyserats genom att köra Wireshark på en Windows-dator som emulerar Wii Shop Channel. Anledningen att Wii Shop Channel emuleras på en PC istället för att köras på en riktig Wii är för att nätverksanalysverktyg inte går att installera på en Wii och för att extra komplexitet skulle ha lagts till av att behöva konfigurera ett nätverk där trafik till och från en Wii passerar genom en dator som avlyssnar trafiken.

Emulatorn som har använts är Dolphin, version 5.0-5824. De filer som behövs för att köra Wii Shop Channel kopierades från en europeisk Wii med systemmenyversion 4.3E.

Datorn som Wii Shop Channel kördes på var ansluten till en trådlös accesspunkt, först en gång med Wi-Fi och sedan en gång med Ethernet. Den trådlösa accesspunkten var i sin tur ansluten till en heminternetuppkoppling. NAT (Network Address Translation) användes.

Vi testade både att bläddra genom utbudet och att ladda ner mjukvara. Mjukvaran som laddades ner var gratiskanalen Kirby TV Channel, som är 16 MiB stor.

För att jämföra laddningstider provkördes Wii Shop Channel också på en Wii som var ansluten via Wi-Fi till samma trådlösa accesspunkt. Ingen analys av nätverkstrafiken gjordes i samband med detta.

V. VALIDITETSDISKUSSION

Eftersom emulatorn inte är en perfekt representation av Wii-hårdvaran är det möjligt att Wii Shop Channels beteende påverkas av att vi kör det i en emulator. Vi ser det som osannolikt att den data som skickas på applikationslagret skulle skilja sig utan att det märks för användaren, eftersom den sortens emuleringsproblem som skulle kunna leda till sådana skillnader antagligen skulle vara så allvarliga att applikationen slutar fungera. Däremot kan nätverksprestandan skilja sig och det finnas skillnader i hur protokoll på lägre lager som TLS och TCP beter sig eftersom Dolphin inte emulerar IOS på en hårdvarunära nivå utan använder fri ersättningskod för IOS [4]. IOS är ett operativsystem som varje Wii kör på en hjälpprocessor, och som bland annat hanterar just sådana protokoll och skickar data över nätverksgränssnitt [5].

VI. RESULTAT

När Wii Shop Channel kördes kontaktades totalt tre olika servrar (se tabell I), borträknat servern för DNS (Domain Name System). Kommunikationen bygger helt på klient-server-modellen. Alla anslutningar använde TCP och var krypterade med TLS. Serverporten för alla anslutningar var 443, vilket tyder på att HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) användes. Vi kunde dock inte kontrollera vad som faktiskt skickades som applikationsdata eftersom vi inte hade tillgång till krypteringsnycklarna.

Det fanns inga märkbara skillnader i hastighet eller beteende mellan Wi-Fi och Ethernet.

Tabell I

ALLA SERVRAR SOM APPLIKATIONEN KOMMUNICERADE MED

Namn och IP-adress	Plats	Användning
oss-auth.shop.wii.com 69.25.139.222	Washington, USA	Används varje gång en ny sida laddas
ccs.shop.wii.com 69.25.139.200	Washington, USA	Används vid start av nedladdning
ccs.cdn.shop.wii.com.cdngc.net 91.194.205.x (x:et varierar)	Nederländerna	Används för själva nedladdningen

A. Bläddra

Med undantag för när mjukvara laddas ner kommunicerar Wii Shop Channel bara med en enda server, `oss-auth.shop.wii.com`, som befinner sig i USA. Den första kommunikationen med denna server sker under de 15-20 sekunder det tar att starta Wii Shop Channel, då servern skickar drygt 1 MiB data och klienten skickar drygt 100 KiB data. Efter detta skickas ingen data över nätverket utom när användaren aktivt gör något.

I princip all användarinteraktion med Wii Shop Channel sker i form av att ladda nya sidor, med undantag för att skriva text i textfält (till exempel sökord eller kreditkortsinformation) och att scrolla inom en sida (men det visas inte mer än 10 spel per sida, så användaren blir fort tvungen att ladda en ny sida för att bläddra vidare).

Att ladda en sida tar mellan 1 och 3 sekunder, och upp till 250 KiB data skickas från servern, beroende på vilken sorts innehåll sidan har. Anledningen att sidorna kan vara så små är att de utöver sidstrukturen och texten inte innehåller något annat än ett fåtal lågupplösta bilder. Wii Shop Channel har någon form av cache av data som redan har laddats ner, men vi har aldrig sett den spara mer än 1 MiB data, och den töms varje gång Wii Shop Channel stängs.

Oftast upprättas en ny TCP-anslutning till servern för varje sidladdning, och om det finns bilder på sidan kan det upprättas två anslutningar. De enda fallen där det inte upprättas någon ny anslutning är om sidan finns helt i cachen eller om en gammal anslutning kan återanvändas, men det sistnämnda händer bara om det bara har gått någon sekund mellan att den föregående sidan laddas klart och att användaren begär nästa sida, vilket inte händer ofta under normalt bruk eftersom användaren då inte får tid att titta på sidornas innehåll. När en ny TCP-anslutning upprättas används TLS Session Resumption för att slippa göra en fullständig TLS-handshake på nytt.

Wii Shop Channel visar inte sidor förrän de är helt nedladdade, så användaren får till exempel aldrig se sidor där bilderna poppar in någon sekund efter resten av sidan. Det finns inga tecken på att sidor prefetchas, det vill säga att Wii Shop Channel automatiskt skulle påbörja nedladdningen av en eller flera sidor som det är sannolikt att användaren skulle vilja se närmast.

I jämförelsen mellan Wii och emulator fanns inga märkbara skillnader i laddningstider.

B. Ladda ner

För att påbörja nedladdning av mjukvara används två anslutningar till servern `ccs.shop.wii.com`,

som även denna befinner sig i USA. Bara 15 KiB data utbyts. Sedan används en enda anslutning till `ccs.cdn.shop.wii.com.cdngc.net` för att ladda ner själva mjukvaran. IP-adressen för detta domännamn varierade från körning till körning, men alla de olika IP-adresserna vi fick var för servrar i Nederländerna, vilket är relativt nära vår position i Sverige (mindre än 1000 km). Som det står i domännamnet är det alltså sannolikt att domännamnet tillhör en CDN. Mängden data som skickas från servern matchar ungefärligen mjukvarans storlek på disk.

Nedladdningshastigheten för emulatorkörningarna var cirka 1 MiB/s, både över Wi-Fi och Ethernet, vilket är den maximala hastigheten som den använda internetuppkopplingen klarar av oavsett vilken applikation som körs. Körningen med Wii över Wi-Fi hade hälften så snabb nedladdningshastighet som emulatorkörningarna.

VII. DISKUSSION

Systemets säkerhet verkar lovande. Wii Shop Channel kommunicerar inte med några servrar som har oklart syfte eller av någon annan anledning verkar opålitliga, och all kommunikation använder TLS. Detta betyder så klart inte att det omöjliga kan finnas säkerhetsproblem, men inga problem hittades inom de aspekter vi undersökte systemet ur.

Nedladdningsprocessen är relativt väl designad; när emulator används är nedladdningshastigheten så hög som internetuppkopplingen klarar av, vilket har åstadkommit genom att använda en CDN. Nedladdningshastigheten på en riktig Wii är inte lika bra, men eftersom det inte är så på emulator bör flaskhalsen ligga i någon av delarna som inte emuleras på en hårdvarunära nivå av Dolphin, rimligtvis nätverkshårdvaran eller IOS. Således tycker vi inte att det finns något problem i själva Wii Shop Channel.

Att bläddra i Wii Shop Channel har prestandamässiga brister. Det tydligaste skälet vi kunde identifiera var att de flesta sidladdningar kräver en roundtrip till USA för att starta en TCP-anslutning och sedan en till roundtrip till USA för att återuppta TLS-sessionen. Det positiva är att TLS Session Resumption låter systemet hoppa över att skapa en helt ny TLS-session för varje TCP-anslutning, vilket annars skulle ha krävt fler roundtrips och mer processortid. Situationen skulle kunna förbättras genom att placera ut servrar på fler platser så att till exempel användare i Europa kan ansluta till en server i Europa, och genom att ha en betydligt längre timeout för hur länge TCP-anslutningar får vara inaktiva före det blir omöjligt att återanvända dem.

En typisk roundtrip till USA kan ta över 100 millisekunder. De två roundtrips som behövs för att starta en anslutning är alltså märkbara, men för en större sida som tar 2 till 3 sekunder att ladda är det inte en så stor del av väntetiden. Vi har inte kunnat ta reda på vad flaskhalsen för resten av väntetiden är.

Det finns möjliga sätt att minska väntetiderna för användaren utan att faktiskt minska tiden det tar att ladda en sida. Wii Shop Channel skulle kunna prefetcha sidor medan nätverket inte används till något annat, och listor över spel skulle kunna renderas på ett sådant sätt att användaren får börja se listor före alla bilder har laddats klart. Dessutom skulle ytterligare

spel kunna laddas in i listor i takt med att användaren scollar, så att användaren inte behöver byta sida för att se fler spel.

Att Wii Shop Channel använder TCP är passande, eftersom text, komprimerade bilder och mjukvara bara fungerar som de ska om varenda byte data har kommit fram och är i rätt ordning, och eftersom Wii Shop Channel inte har något realtidsinnehåll. Klient-server-modellen är också ett lämpligt val. Peer-to-peer skulle kräva att andra Wii-konsoler laddar upp data åt en, men när Wii-konsoler är påslagna kör de ofta spel, och eftersom många spel försöker få ut så mycket de kan ur hårdvaran är det olämpligt att dedikera resurser till något som inte har någon nytta för spelaren. Dessutom skulle peer-to-peer inte passa för att ladda sidor på grund av att många sidor har innehåll som ändras baserat på söktermer eller användarens kontostatus.

VIII. SLUTSATSER

Vi kunde inte identifiera några säkerhetsproblem. Alla anslutningar använder TLS, och Wii Shop Channel skickar ingen information till några andra servrar än de nödvändiga.

Nedladdningshastigheten var begränsad till 400–600 KiB/s på Wii, medan nedladdningshastigheten på emulator nådde internetanslutningens maxhastighet. Vi tror Wiins lägre hastighet beror på en flaskhals i nätverkshårdvaran eller möjligtvis i IOS.

Det tar ofta 1 till 3 sekunder att navigera mellan sidor. En del av denna tid går åt till att öppna anslutningar trots att TCP stöder återanvändning av äldre anslutningar. Vi vet inte vad flaskhalsen är under resten av tiden.

IX. FORTSATT ARBETE

`ccs.cdn.shop.wii.com.cdngc.net` har sannolikt servrar på flera platser i världen, och subdomänerna för `shop.wii.com` har sannolikt bara servrar i USA, men detta är inget som vi faktiskt kan bekräfta. Exempelvis skulle subdomänerna för `shop.wii.com` även kunna ha servrar i Japan. Det kan vara intressant att undersöka vilka servrar som används beroende på ens plats i världen och ifall Wii Shop Channel laddar sidor snabbare om internetanslutningen har nära till serverna för `shop.wii.com`.

Det skulle också vara värt att undersöka vilken TLS-version och vilka cipher suits som används för att se om det finns några kända svagheter. Av de skäl som beskrivs i sektionen om begränsningar kan detta inte göras med en emulator om resultatet ska gälla för riktiga Wii-konsoler.

REFERENSER

- [1] James Orry. *Wii sells 325,000 units across Europe*. Videogamer. 2006-12-13. <https://www.videogamer.com/news/wii-sells-325-000-units-across-europe>
- [2] *Consolidated Sales Transition by Region*. Nintendo. 2016-03-31. https://www.nintendo.co.jp/ir/library/historical_data/pdf/consolidated_sales_e1603.pdf
- [3] *Important information about the closure of the Wii Shop Channel*. Nintendo. 2017-09-27. <http://www.nintendo.co.uk/News/2017/September/Important-information-about-the-closure-of-the-Wii-Shop-Channel-1285994.html>
- [4] Katalogen *Source/Core/Core/IOS* ur källkoden för Dolphin 5.0-5824. 2017-11-16. <https://github.com/dolphin-emu/dolphin/tree/1e33fd0d3540e288f124c1c41891a768103f6290/Source/Core/Core/IOS>
- [5] *IOS*. WiiBrew. Läst 2017-12-09. <http://wiibrew.org/wiki/IOS>