

Vrsta rada: Originalni naučni rad  
Primljen: 10.06.2023.  
Prihvaćen: 03.07.2023.  
UDK: 004.76:795

## Cloud gaming servisi

Nikola Mekić

<sup>1</sup> Visoka škola strukovnih studija za informacione tehnologije – ITS, Beograd, Srbija; [nikolamekic@gmail.com](mailto:nikolamekic@gmail.com)

\* Kontakt informacije: [nikolamekic@gmail.com](mailto:nikolamekic@gmail.com); telefon: +381 (0)60/44-42-441

**Sažetak:** U ovom radu se opisuju način funkcionisanja *cloud gaming* servisa, njihov razvoj, infrastruktura, mogućnosti za napredak, kao i njihova primena u Srbiji.

**Ključne reči:** cloud gaming, latencija, servis, strim, virtuelizacija

### 1. Uvod

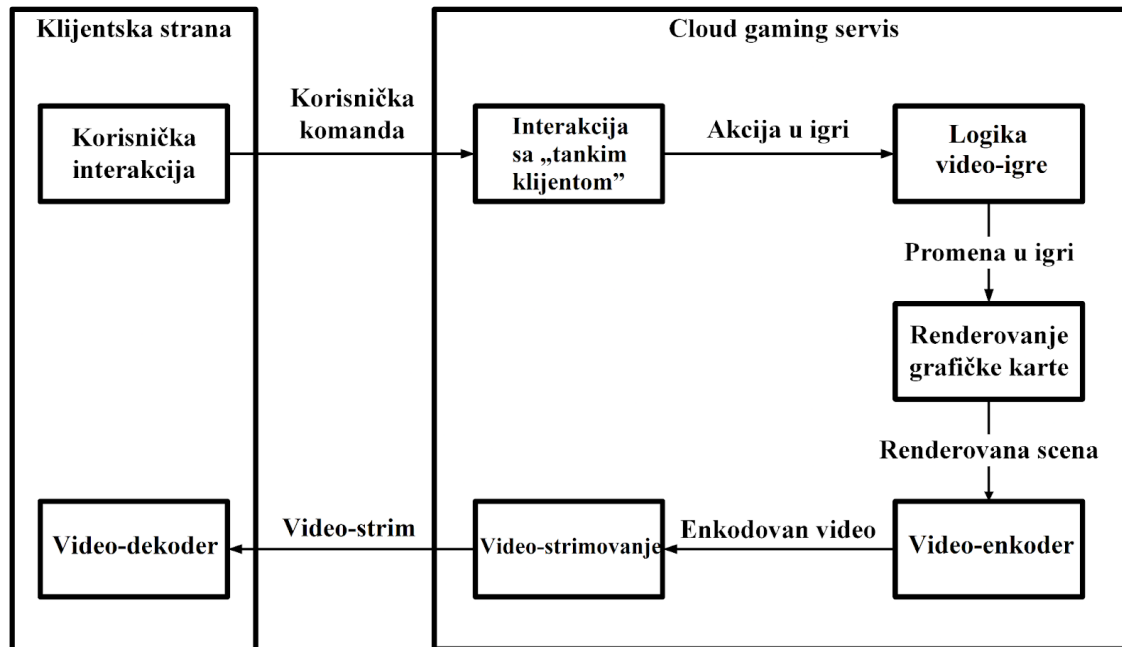
Poput samih računara, popularnost video-igara takođe je porasla vremenom, tako da video-igre danas imaju značajan uticaj na popularnu kulturu. Nikada nije bilo više različitih mogućnosti igranja najnovijih video-igara, bilo to na lokalnom računaru visokih performansi, igračkim konzolama ili *cloud gaming* servisima, nego što je to slučaj danas. Navedena literatura uglavnom obuhvata veb-portale sa informacijama o *cloud gamingu* relevantnim za određeni vremenski period ili konkretna istraživanja koja se tiču njegovih performansi. Za razliku od toga, ovaj rad bi trebalo da pojasni nastanak, infrastrukturu i način rada *cloud gaming* servisa, da istakne najnaprednije i najpopularnije servise i ukaže na važnost ovih tehnologija za svet video-igara, kako u svetu tako i u Srbiji.

### 2. Način rada *cloud gaming* servisa

*Cloud gaming* platforme funkcionišu na sličan način kao softveri za upravljanje na daljinu (engl. *Remote desktop software*) i servisi *Video na zahtev* (engl. *Video on Demand*) [1]. Video-igre se skladište i izvršavaju na daljinu, na hardveru provajdera i strimuju u formi video-snimka na uređaj korisnika preko softvera koji se nalazi na strani korisnika. Softver prihvata komande koje mu je zadao korisnik, koje se šalju nazad do servera i izvršavaju u igri [1]. Neki *cloud gaming* servisi funkcionišu poput virtuelne mašine. Korisnicima se nudi mogućnost virtuelizacije *Windows* okruženja, dopuštajući korisnicima da preuzimaju i instaliraju servise i video-igre na isti način kao i na lokalnom računaru.

Ove tehnologije mogu biti veoma korisne jer umanjuju potrebu za kupovinom skupog hardvera i instaliranjem video-igara direktno na lokalnu mašinu. Primenljive su na širok spektar uređaja, uključujući mobilne uređaje poput pametnih telefona, tableta, uređaja za strimovanje ili *tankih klijenata* (engl. *thin client*), uređaja malih performansi koji se uglavnom koriste za povezivanje sa udaljenim lokacijama [3]. Neki servisi nude dodatne mogućnosti u vidu omogućavanja gledaocima da se uključe u sesiju i privremeno upravljaju igrom [4].

Međutim, *cloud gaming* zahteva pouzdanu i brzu internet konekciju, što može predstavljati otežavajuću okolnost za ljude iz područja u kojima je teško obezbediti ovakve uslove. Na osnovu iskustava ljudi sa raznih društvenih mreža i foruma, možemo sa sigurnošću reći da Srbija spada u ta područja. Čak i uz pouzdanu i brzu internet konekciju, preopterećen onlajn-saobraćaj i druge stvari koje utiču na latenciju mreže mogu uticati i na performanse *cloud gaminga* [3]. Pored toga, troškovi *cloud gaminga* sa tradicionalne distribucije preko fizičkih i digitalnih kopija igara prelaze na *data* servere koji izvršavaju *cloud gaming* servise. Potrebne su nove strukture troškova kako bi se pokrili ovi operativni troškovi u poređenju sa tradicionalnom distribucijom. Uglavnom to funkcioniše po osnovnom modelu pretplate, ali usluga obuhvata i troškove kupovine igara koje će se pokretati u *cloud* servisu, iako korisnik ne poseduje igru na isti način kao da je kupio fizičku ili digitalnu kopiju [3]. Na slici 1 može se videti okvir funkcionisanja *cloud gaming* servisa.



Slika 1. Okvir funkcionisanja cloud gaming servisa [31]

Korisnik zadaje komandu i vrši se interakcija sa *tankim klijentom*, koji tu komandu predstavlja video-igri po njenoj logici. Time se reflektuje promena u samoj igri koja se renderuje, zatim kao video-snimak enkoduje i putem video-strima šalje video dekoderu.

### 3. Infrastruktura

Ove tehnologije zahtevaju dobro osmišljenu infrastrukturu kako bi servisi radili kako je zamišljeno, uključujući *data centre* i *farme servera* na kojima se izvršavaju igre. Takođe, zahtevaju internet konekciju sa visokim propusnim opsegom (engl. *bandwidth*) i niskom latencijom kako bi se korisnicima mogao isporučiti strim bez kašnjenja [5]. U radu *On the Quality of Service of Cloud Gaming Systems* se navodi kako infrastruktura neophodna za implementaciju *cloud gaminga* dugo nije bila dostupna mnogim geografskim lokacijama [5]. Govori se u prošlom vremenu, ali mnogi korisnici ovih servisa iz raznih delova Srbije bi mogli posvedočiti da je to i dalje tako. Zbog zavisnosti od strimovanog video-snimka visokog kvaliteta, neki provajderi često ograničavaju korišćenje servisa u vidu limitiranog prenosa podataka (engl. *data cap*) [6].

Glavna jedinica kvaliteta jednog *cloud gaming* servisa je latencija – dužina vremenskog perioda između korisničkog zadavanja komande i izvršavanja te komande u igri može uticati na kvalitet igranja, pogotovo kod igara koje zahtevaju brze reakcije korisnika, poput pucačkih igara iz prvog lica ili borilačkih igara [7].

Hardver provajdera se vremenom može nadograđivati kako bi podržavao veće rezolucije i broj slika po sekundi (engl. *frame rate*) kod renderovanja i strima [3].

Kvalitet iskustva (engl. *Quality of Experience*) predstavlja mernu jedinicu zadovoljstva korisnika prilikom korišćenja nekog servisa i treba je uzeti u obzir prilikom faze razvoja *cloud gaminga* [8].

### 4. Istorija cloud gaming servisa

#### 4.1. Prvobitni pokušaji

Startup kompanija *G-Cluster* prva je pristupila ovim tehnologijama 2000. godine i prvi proizvod plasirala 2003. godine. Njihov početni model nudio je igre za personalne računare koje se izvršavaju na njihovim serverima pomoću servisnih provajdera *Video na zahtev* i uređaja *Set-Top Box* za prijem i obradu signala i provajdera za posredne softvere (engl. *middleware*) koji bi im omogućavali da obezbede svoje usluge mrežnim operaterima. Na taj način bi pružali video-igre krajnjim korisnicima kroz tzv. portale (engl. *enterprise portal*), okvire za integraciju informacija, ljudi i procesa, sličnih veb-portalima. Do 2010. godine, zbog promena na tržištu, kompanija *G-Cluster* promenila je model funkcionisanja. Prešli su na rad sa velikim proizvođačima servera kako bi lakše obezbeđivali svoje usluge mrežnim operaterima i krajnjim korisnicima. Ova promena je bila izazvana sve većom dostupnošću besplatnih igara za personalne računare, pa je kompanija odlučila da se fokusira na korisnike internet protokola televizija (engl. *Internet Protocol Television – IPTV*), gde je ciljna grupa obuhvatila oko tri miliona korisnika. Iste godine u Francuskoj je implementiran *gaming servis G-Cluster* [9]. Kompanija *Orange* je 2012. godine ušla na tržište *cloud gaminga*. Obe kompanije su komercijalno uspešne od kada su uvele ove servise za mobilne i TV klijente.

#### 4.2. OnLive i Gaikai

Preduzetnik Stiv Perlman je 2009. godine izjavio da je, imajući u vidu današnji napredak na polju kompresije podataka i video-snimaka i mogućnosti pametnih telefona, pravo vreme za iskorišćavanje potencijala *cloud gaminga*. *Cloud* provajder *OnLive* zvanično je počeo sa radom 2010. godine. Korisnici su igrali *Igre na zahtev*, plaćajući pretplatu uz dodatne troškove iznajmljivanja ili kupovine igara. Imali su pristup naslovima koji su se pokretali u rezolucijama do 720p i brojem slika u sekundi do 60 fps. Stekli su podršku velikih izdavača kao što su *Ubisoft*, *2K Games* i *THQ*. Međutim, imali su problema da pridobiju ostale izdavače [10].

Paralelno, Dejvid Peri je osnovao *cloud* provajdera pod nazivom *Gaikai*. Oni su se odlučili za strimovanje demo verzija umesto kompletnih igara, učinivši tako ovaj servis određenom vrstom onlajn-oglasa za video-igre. *Gaikai* je stekao mnogo veću podršku izdavača, uključujući *Electronic Arts* [10]. Kompanija *Sony* je jula 2012. godine kupila *Gaikai* za 340 miliona dolara i već do oktobra iste godine u ponudu uvrstila *PlayStation* igre. Na kraju je tehnologija na kojoj je zasnovan *Gaikai* iskorišćena kao osnova za *PlayStation Now*, servis koji je predstavljen 2014. godine [10].

Servis *OnLive* nije bio profitabilan, te je, nakon tužbe koju je uložila kompanija *HP*, propao. Njihovu opremu nasledio je novoformirani entitet nazvan *OL2*. Nova kompanija pokušala je da promeni svoj poslovni model gde bi se korisniku omogućilo strimovanje igara koje su već u njegovom vlasništvu, ali to nije bilo isplativo. Aprila 2015. godine kompanija *Sony* kupila je intelektualnu svojinu servisa *OnLive* i *OL2*, da bi ih zatim zatvorila oko mesec dana kasnije [11]. Kako navodi veb-sajt *The Verge*, sticanje intelektualne svojine provajdera *Gaikai* i servisa *OnLive* kompaniji *Sony* je omogućilo pristup nizu patenata koji se odnose na *cloud gaming* [11].

#### 4.3. Skorašnji napredak

Kompanija *Nvidia* je 2012. godine najavila svoj *cloud gaming* servis, *Nvidia Grid* (kasnije preimenovan u *GeForce Now*). Servis je predstavljao kombinaciju hardvera korišćenjem svojih procesora i softvera. U početku je partner za obezbeđivanje igara na servisu trebalo da im bude *Gaikai* [12]. *Ubisoftov GameCloud* predstavljen je uz *Nvidia Grid* i zamišljen je kao *white-label* servis zasnovan na *Nvidia Gridu* koji bi drugi provajderi mogli da koriste za pružanje usluga svojim korisnicima [13].

Godine 2013. *Grid* je predstavljen kao deo *Nvidia Shield* uređaja za *Android* televizore. Servis je najpre (novembra 2014) lansiran u Severnoj Americi, gde je bio dostupan ograničen broj igara, da bi se 2017. proširio na personalne računare, uz mogućnost povezivanja sa korisničkim *Steam* i *Epic Games* nalozom. [14]. Model povezivanja sa drugim nalozima naišao je na kritiku mnogih izdavača poput *Activisiona* jer su kupovine igara bile namenjene za personalne računare a ne za *cloud gaming*. Izdavači su prisilili kompaniju *Nvidia* da povuče te igre sa svog servisa.

U Japanu se 2014. godine pojavila video-igra *Dragon Quest X* za *Nintendo 3DS* koristeći *Ubisoft* kao striming tehnologiju [15].

Godine 2017. godine francuska startup kompanija *Blade* pokrenula je servis *Shadow*, gde su korisnici imali mogućnost iznajmljivanja instance *Windowsa 10* na daljinu na data centru i korišćenja *Intel Xeon* procesora i *Nvidia Quadro* grafičkih karata. Usluga je geografski ograničena u smislu zavisnosti od blizine korisnika jednom od njihovih *data* centara. Ovaj servis lansiran je u Francuskoj, ali je 2019. počeo da se proširuje i na prostor Sjedinjenih Američkih Država [16].

Maja 2018. kompanija *Electronic Arts* otkupila je opremu i kadar od *GameFlyja*, servisa za onlajn iznajmljivanje video-igara [17]. Kompanija je zatim objavila *Project Atlas* – projekat koji se bavi istraživanjem integracije veštačke inteligencije, mašinskog učenja i *Frostbite* tehnologije za kreiranje *ujedinjene* platforme za obavljanje procesa na daljinu, strimovanje filmova, HD video-igara uz minimalnu latenciju i otkrivanje novih mogućnosti za dinamično i multiplatformsko (engl. *cross-platform*) igranje [18]. Istog meseca *Google* i *Microsoft* takođe objavljuju tendencije za *cloud gaming*. *Google* započinje *Project Stream*, uključujući zatvoreno beta testiranje video-igre *Assassin's Creed Odyssey*, koju bi korisnik pokretao kroz pregledač *Google Chrome* [19]. *Microsoft* je objavio da radi na projektu *xCloud*, gde bi se u najvećoj meri koristila *Microsoft Azure* tehnologija [20].

*Google* 2019. godine zvanično je predstavio svoj *cloud gaming* servis pod nazivom *Stadia*, koji je zvanično lansiran novembra te godine [4]. U maju je kompanija *Sony* objavila partnerstvo sa *Microsoftom* prilikom rada na *cloud* rešenjima, uključujući i video-igre [21].

Kompanija *Apple* pokušala je da blokira *cloud gaming* aplikacije na svojim servisima sredinom 2020. godine. Izjavili su da *cloud gaming* servisi dozvoljavaju developerima da dodaju igre na *iOS* sistem, što zaobilazi sigurnosne provere koje se sprovode za svaku aplikaciju pre nego što se doda na *App Store* i time krši njihove uslove korišćenja. Međutim, septembra iste godine izmenili su pravila i time omogućili izvršavanje *cloud gaming* aplikacija na *iOS-u*, uz ograničenje da svaka igra mora biti ponuđena kao zasebno preuzimanje na *iOS* prodavnici [22]. Novembra 2020. *GeForce Now* i *Stadia* objavili su planove da izbace *iOS* verzije svojih servisa u vidu progresivnih veb-aplikacija (engl. *progressive web applications*) koje će se pokretati preko *Google Chrome* i *Safari* pregledača na *iOS* uređajima [23], [24]. Početkom 2021. godine *Microsoft* je takođe objavio planove za korišćenje sličnog pristupa za korišćenje *xCloud* tehnologije na *iOS-u* preko pregledača [25].

Kompanija *Amazon* predstavila je svoj *cloud gaming* servis *Luna* u septembru 2020. godine. Umesto pretplate prema kojoj će sav sadržaj biti dostupan, *Amazon* je napravio tzv. kanale za razne izdavače za koje će korisnici plaćati mesečnu pretplatu [26].

*Asus* i *Intel* novembra 2020. objavili su da je u toku snabdevanje hardverom, istraživanje i optimizacija softvera za *cloud gaming* platformu *Boosteroid* [27].

*Nintendo* trenutno ima igre na *Nintendo Switchu* koje podržavaju *cloud gaming*, kao što su na primer: *Control Ultimate Edition-Cloud Version*, *Hitman 3-Cloud Version*, i *Marvel's Guardians of the Galaxy: Cloud Version* [28].

## 5. Najpopularniji *cloud gaming* servisi

Kada pogledamo samu ulogu ovih tehnologija, vidimo da svi servisi, u suštini, nude istu stvar. Međutim, svi oni se drugačije ponašaju zbog razlika u svojim algoritmima, gde će jedan servis bolje ispuniti neki zadatak ali ne nužno i neki drugi. Na linku [https://hal.inria.fr/hal-03421031/file/cloud\\_gaming\\_traffic\\_under\\_constraints\\_CR.pdf](https://hal.inria.fr/hal-03421031/file/cloud_gaming_traffic_under_constraints_CR.pdf) se može naći istraživanje sa zadatkom da odredi koji servis najefektivnije adaptira svoj saobraćaj u skladu sa mrežnim ograničenjima. Istraživanje je sprovedeno za četiri najpopularnija servisa: *GeForce Now*, *Stadia*, *Playstation Now* i *Xbox Cloud Gaming* uz razna mrežna ograničenja: propusni opseg, stopa gubitka paketa, latencija i džiter [32]. Sve u svemu, *GeForce Now* se pokazao kao najefikasniji servis, dok su ostali u nekom trenutku zakazali sa očuvanjem kontinuiteta usluge.

## 6. Cloud gaming u Srbiji

Kako je i rečeno u prethodnim delovima rada, najvažniji uslov za kvalitetno korišćenje ovih servisa je stabilna i brza internet konekcija, a baš na tom polju Srbija dosta zaostaje u odnosu na najrazvijenije zemlje. Međutim, prema iskustvima korisnika, *GeForce Now* se ističe kao servis koji radi poprilično dobro čak i uz nestabilnu i sporu internet konekciju. Takođe, dobro se pokazao i *Boosteroid*, kao i *Playstation Now*, koji teoretski nije dostupan u Srbiji, ali se može koristiti uz neke VPN softvere i nudi korisnicima mogućnost igranja određenih *Playstation* ekskluziva na personalnom računaru. Pretpostavlja se da renesansa na ovom polju u Srbiji tek sledi, ali i danas su ovi servisi korisni i isplativi za korišćenje ako se uzme u obzir odnos cene hardvera i igračkih konzola i prosečne plate u Srbiji.

## 7. Potencijalna poboljšanja

### 7.1. Deljenje resursa

Predloženi metod za poboljšanje skalabilnosti striminga igara je virtuelizacija grafičkih karata (engl. *Adaptive GPU resource scheduling*) [29]. Većina provajdera koristi posebnu grafičku kartu za svaku osobu koja igra igru. Rezultat ovoga su najbolje performanse, ali i rasipanje resursa. Uz bolje algoritme za deljenje grafičkih karata, ukoliko igra ne koristi u potpunosti određenu grafičku kartu, ona se može iskoristiti kao pomoć nekom drugom korisniku. U prošlosti se ovaj metod slabije koristio zbog loših performansi algoritma za virtualizaciju. Međutim, osmišljeni su novi algoritmi koji koriste do 90% snage grafičke karte, čak i kad je ona podeljena između korisnika [29].

### 7.2. Predviđanje komandi

Mnogi algoritmi se mogu koristiti kako bi predvideli korisnikov sledeći korak, što bi moglo smanjiti uticaj latencije na performanse *cloud gaming* aplikacija. Majid Bakar, glavni inženjer zadužen za rad na platformi *Stadia*, predviđa mogućnost korišćenja tog koncepta kako bi se latencija smanjila do tačke gde praktično ne postoji, nazivajući ovaj koncept *negativnom latencijom* [30].

## 8. Zaključak

*Cloud gaming* je, kao i sve *cloud* tehnologije, relativno nova oblast, ali je ujedno i oblast koja se razvija velikom brzinom. Ima brojne prednosti i mane, ali se intenzivno radi na otklanjanju tih mana i samo je pitanje vremena kada će one nestati. Ova oblast ima veliki komercijalni potencijal s obzirom na veliku gejmersku zajednicu, o čemu svedoči i upuštanje gotovo svih velikih kompanija u ovaj vid poslovanja. Servisi konstantno rastu i razvijaju se i u narednih nekoliko godina bi *cloud gaming* mogao postati sasvim uobičajena stvar na nivou cele planete.

## Zahvalnica

Rad je rađen za potrebe predmeta Osnove primenjenih istraživanja kod mentora prof. dr Slavka Pokornog.

## Reference

1. Computerworld <https://www.computerworld.com/article/3445366/is-xcloud-a-glimpse-at-the-future-of-the-desktop.html> (pristupljeno: 14. 1. 2022)
2. Techcrunch <https://techcrunch.com/2019/02/27/the-shadow-ghost-turns-cloud-gaming-into-a-seamless-experience/> (pristupljeno: 14. 1. 2022)
3. Theverge <https://www.theverge.com/2019/6/19/18683382/what-is-cloud-gaming-google-stadia-microsoft-xcloud-faq-explainer> (pristupljeno: 14. 1. 2022)
4. Polygon <https://www.polygon.com/2019/3/19/18272976/google-stadia-gdc-2019-crowd-play-youtube-streamers> (pristupljeno: 14. 1. 2022)
5. K. Chen. On the Quality of Service of Cloud Gaming Systems. IEEE Transactions on Multimedia. 2014.
6. pcworld <https://www.pcworld.com/article/403463/data-caps-must-die-how-google-and-microsofts-cloud-gaming-ambitions-could-conquer-isp-greed.html> (pristupljeno: 15. 1. 2022)
7. Techcrunch <https://techcrunch.com/2019/03/20/what-latency-feels-like-on-googles-stadia-cloud-gaming-platform/> (pristupljeno: 14. 1. 2022)
8. Content.iospress <https://content.iospress.com/articles/multiagent-and-grid-systems/mgs190313> (pristupljeno: 15. 1. 2022)
9. Telecompaper <https://www.telecompaper.com/news/sfr-launches-ondemand-video-games-on-tv--763381> (pristupljeno: 15. 1. 2022)
10. Polygon <https://www.polygon.com/features/2020/10/15/21499273/cloud-gaming-history-onlive-stadia-google> (pristupljeno: 15. 1. 2022)
11. Theverge <https://www.theverge.com/2015/4/2/8337955/sony-buys-onlive-only-to-shut-it-down> (pristupljeno: 15. 1. 2022)
12. Theverge <https://www.theverge.com/2012/5/15/3022233/nvidia-geforce-grid-gtc-2012> (pristupljeno: 15. 1. 2022)
13. Theverge <https://www.theverge.com/2012/5/16/3023502/ubitus-cloud-gaming-service-gtc-2012> (pristupljeno: 15. 1. 2022)
14. Theverge <https://www.theverge.com/2014/11/13/7211181/nvidia-launching-grid-cloud-gaming-for-shield-platform> (pristupljeno: 15. 1. 2022)
15. Gamespot <https://www.gamespot.com/articles/dragon-quest-x-uses-streaming-tech-to-come-to-3ds-/1100-6420972/> (pristupljeno: 15. 1. 2022)
16. Techcrunch <https://techcrunch.com/2020/03/12/cloud-gaming-platform-shadow-brings-its-new-plans-to-the-us/> (pristupljeno: 15. 1. 2022)
17. Cnet <https://www.cnet.com/news/ea-acquires-gamefly-subsiarys-cloud-technology-assets/> (pristupljeno: 15. 1. 2022)
18. Engadget <https://www.engadget.com/2018-10-30-ea-project-atlas-engine-game-streaming.html> (pristupljeno: 15. 1. 2022)
19. Theverge <https://www.theverge.com/2018/10/8/17950998/google-project-stream-gaming-assasins-creed-odyssey-first-impression> (pristupljeno: 15. 1. 2022)

20. Ign <https://www.ign.com/articles/2018/10/08/microsoft-announces-global-game-streaming-service-project-xcloud-beta-next-year> (pristupljeno: 15. 1. 2022 )
21. usgamer <https://www.usgamer.net/articles/sony-and-microsoft-set-aside-differences> (pristupljeno: 15. 1. 2022)
22. Cnbc <https://www.cnbc.com/2020/09/11/apple-app-store-new-rules-will-affect-google-stadia-microsoft-xcloud.html> (pristupljeno: 15. 1. 2022)
23. Gamedeveloper <https://www.gamedeveloper.com/business/nvidia-sidesteps-the-app-store-to-bring-geforce-now-game-streaming-to-ios> (pristupljeno: 16. 1. 2022)
24. Gamasutra [https://www.gamasutra.com/view/news/374067/Stadia\\_plans\\_to\\_bypass\\_App\\_Store\\_with\\_web\\_app\\_iOS\\_launch.php](https://www.gamasutra.com/view/news/374067/Stadia_plans_to_bypass_App_Store_with_web_app_iOS_launch.php) (pristupljeno: 16. 1. 2022)
25. Theverge <https://www.theverge.com/2020/12/9/22165280/microsoft-xcloud-ios-pc-launch-spring-2021-announced> (pristupljeno: 16. 1. 2022)
26. Cnbc <https://www.cnbc.com/2020/09/25/amazon-luna-will-take-on-microsoft-xbox-game-streaming-google-stadia.html> (pristupljeno: 16. 1. 2022)
27. Intel <https://www.intel.com/content/www/us/en/customer-spotlight/stories/boosteroid-customer-story.html?wapkw=boosteroid> (pristupljeno: 16. 1. 2022)
28. Nintendolife <https://www.nintendolife.com/guides/nintendo-switch-cloud-games-list> (pristupljeno: 16. 1. 2022)
29. H. Yadav; B. Annappa, Adaptive GPU resource scheduling on virtualized servers in cloud gaming, Conference on Information and Communication Technology, 2017.
30. Wired <https://www.wired.com/story/google-stadia-negative-latency/> (pristupljeno: 16. 1. 2022)
31. Sfu <https://www.sfu.ca/~rws1/papers/Cloud-Gaming-Architecture-and-Performance.pdf> (pristupljeno: 17. 1. 2022)
32. Inria [https://hal.inria.fr/hal-03421031/file/cloud\\_gamig\\_traffic\\_under\\_constraints\\_CR.pdf](https://hal.inria.fr/hal-03421031/file/cloud_gamig_traffic_under_constraints_CR.pdf) (pristupljeno: 17. 1. 2022)



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported License.