

Tehnološka singularnost

Seminarski rad u okviru kursa
Tehničko i naučno pisanje
Matematički fakultet

Nikola Ahac
mi22283@alas.matf.bg.ac.rs

Dimitrije Petronijević
mi22171@alas.matf.bg.ac.rs

Mladen Radojević
mi22085@alas.matf.bg.ac.rs

Lazar Stošić
mi22067@alas.matf.bg.ac.rs

20. novembar 2022.

Sažetak

Tehnološka singularnost je hipotetička tačka u budućnosti u kojoj tehnološki razvoj civilizacije dobija sve veće ubrzanje u sve kraćim intervalima vremena i teži ka beskonačnosti u formi eksponencijalne funkcije. Tehnološka singularnost se odnosi na ideju da će tehnološki napredak dostići veliku vrednost u skoroj budućnosti. Ova ideja je podstaknuta posmatranjem ubrzavajućeg napretka u polju zdravlja, tehnologije i kapaciteta ljudi kod obrade informacija.

Sadržaj

1	Uvod	2
2	Istorijat koncepta	2
3	Kako i kada će doći do singularnosti	3
3.1	Pojava superinteligencija	3
3.2	Singularnost bez veštačke inteligencije	3
3.3	Brza superinteligencija	3
4	Verovatnoća da će doći do singularnosti	3
4.1	Razvoj brzine tehnološkog napretka	4
4.2	Razvoj algoritama	4
4.3	Kritike	4
5	Potencijalni uticaj ekonomskog rasta	5
5.1	Nestabilnost i rizik	5
5.2	Trenutno stanje evolucije	5
5.3	Brzina rasta broja digitalnih informacija	5
5.4	Besmrtost	6
6	Teško i lako poletanje AGI-a	6
7	Tema "Tehnološka singularnost" u politici	7
8	Zaključak	7
	Literatura	7

1 Uvod

Tehnološku singularnost naučnici koriste kako bi označili hipotetički trenutak u budućnosti nakon koga će tehnološki napredak ubrzati i postati toliko komplikovan da će postati nedostupan našem razumevanju.

Ovaj termin je prvobitno predložio američki matematičar i pisac naučne fantastike Vernor Vindž (eng. *Vernor Vinge*) 1993. godine. Njegova ideja glasi ovako: Kada čovek stvori mašinu koja je pametnija od čoveka, budućnost će postati nepredvidiva, jer je nemoguće predvideti ponašanje inteligencije koja je superiornija od čoveka. Vindž predviđa da do ovoga može doći negde u prvoj trećini 21. veka, između 2005. i 2003. godine.

Ako bi i došlo do singularnosti mi ne možemo znati šta će se desiti i kako će to uticati na nas. Dva moguća scenarija jesu, ili onaj sličan filmu "Matrix" u kome bi mašine pokušale da nas unište, a drugi jeste onaj optimističniji u kome bi ljudi i mašine živeli u miru.

Iako se tehnološki napredak ubrzava u većini oblasti danas, on je dosta ograničen inteligencijom ljudskog mozga, koja se prema Pol R. Erlihu (eng. *Paul R. Ehrlich*), nije značajno unapredila milenijumima[1]. Međutim napretkom informacionih tehnologija i samih računara, u nekoj skorijoj budućnosti može se napraviti mašina koja je znatno inteligentnija od ljudi.

Ako bi se i konstruisala nadljudska inteligencija, bilo to poboljšanjem ljudske inteligencije ili stvaranjem nove veštačke inteligencije, to bi moglo dovesti do toga da se stvori mašina koja je sposobna da sama sebe nadograđuje, i kroz vreme bi taj proces postajao sve brži i brži do trenutka kada više ne bi mogao da se isprati.

Pojam „Eksplodije inteligencije“ je 1965. prvi put pomenuo I.J. Good[2].

Neka ultrainteligentna mašina bude definisana kao mašina koja može daleko nadmašiti sve intelektualne aktivnosti bilo kog čoveka koliko god da je pametan. Pošto je projektovanje mašina jedna od ovih intelektualnih aktivnosti, ultrainteligentna mašina bi mogla da dizajnira još bolje mašine; tada bi nesumnjivo došlo do „eksplozije inteligencije“ i inteligencija čoveka bi ostala daleko iza. Tako je prva ultrainteligentna mašina poslednji izum koji čovek treba da napravi, pod uslovom da je mašina dovoljno poslušna da nam kaže kako da je držimo pod kontrolom.

2 Istorijat koncepta

Markis de Kondorset (eng. *Marquis de Condorcet*) je bio prvi čovek koji je pretpostavio i matematički modelirao razvoj inteligencije i njen uticaj na čoveka u 18. veku. Njegovu ideju je potom prvi razvio Džon W. Kampel (eng. *John W. Campbell*) u svojoj kratkoj priči "The last evolution" 1932. godine[3].

Stanislaw Lem je 1981. objavio svoj naučnofantastični roman Golem KSIV. U ovom romanu je opisan vojni kompjuter sa veštačkom inteligencijom (Golem KSIV) koji dobija svest i počinje da povećava sopstvenu inteligenciju, krećući se ka ličnoj tehnološkoj singularnosti[4]. Golem KSIV je prvobitno stvoren da pomogne svojim graditeljima u vođenju ratova, ali kako njegova inteligencija napreduje na mnogo viši nivo od ljudske, prestaje da bude zainteresovan za vojne zahteve jer smatra da im nedostaje unutrašnja logička doslednost[5].

Godine 2000. Bill Joy, istaknuti tehnolog i suosnivač kompanije Sun Microsystems, izrazio je zabrinutost zbog potencijalnih opasnosti od singularnosti. On se bojao da budućnost u kojoj veštačka inteligencija dostiže određen nivo razvika, ljudi više neće biti potrebni i uticaj čoveka će postati minimalan, ako ne i nepostojeći.

Godine 2009. Kurcvajl i osnivač Ks-Prize Peter Diamandis objavili su osnivanje Univerziteta Singulariti, neakreditovanog privatnog instituta čija je navedena misija „da obrazuje, inspiriše i osnaži lidere da primenjuju eksponencijalne tehnologije za rešavanje velikih izazova čovečanstva“. Gugl, Autodesk, ePlanet Ventures i grupa lidera tehnološke industrije, Univerzitet Singulariti se nalazi u NASA-inom istraživačkom centru Ames u Mauntin Vjuu, Kalifornija. Ova neprofitna organizacija vodi godišnji desetonedeljni diplomski program tokom leta koji pokriva deset različitih tehnologija i srodnih pravaca, kao i niz programa za rukovođenje tokom cele godine[6].

3 Kako i kada će doći do singularnosti

To kako i kada će doći do singularnosti niko ne može sa sigurnošću tvrditi, postoje mnoge pretpostavke i ideje, ali se takva stvar jednostavno ne može predvideti. U daljem tekstu će biti predstavljeno par takvih ideja.

3.1 Pojava superinteligencija

Superinteligencija, hiperinteligencija ili nadljudska inteligencija je pojam koji se odnosi na neku vrstu veštačke inteligencije koja daleko nadmašuje inteligenciju ljudskog mozga. Džon fon Nojman (eng. *John von Neumann*) Vernor Vindž i Rej Kurcel smatraju da je današnjem čoveku nemoguće da predvidi kakve će posledice po njega imati nastanak „Super inteligencije“. Međutim neki tehnološki prognostičari i istraživači se ne slažu oko toga kada će i da li će ljudska inteligencija biti nadmašena. Neki tvrde da će napredak u veštačkoj inteligenciji verovatno rezultirati opštim sistemima rasuđivanja koji zaobilaze ljudska kognitivna ograničenja. Drugi veruju da će ljudi evoluirati ili direktno modifikovati svoju biologiju kako bi postigli radikalno veću inteligenciju[7]. Brojni scenariji studija budućnosti kombinuju ove mogućnosti, sugerisući da će se ljudi verovatno povezati sa računarima ili preneti svoje umove na računare, na način koji omogućava značajno povećanje inteligencije.

Knjiga "The Age of Em" od Robina Hansona opisuje budućnost u kojoj se pojavljuju ljudski mozgovi umesto ili na putu do pojave superinteligencije.

3.2 Singularnost bez veštačke inteligencije

Neki naučnici koriste singularnost na širi način tako što upućuju na bilo kakve radikalne promene u našem društvu izazvane novim tehnologijama kao što je molekularna nanotehnologija[8], iako Vindž i drugi naučnici posebno navode da bez superinteligencije, takve promene se ne bi kvalifikovale kao prava singularnost.

3.3 Brza superinteligencija

Brza superinteligencija opisuje veštačku inteligenciju koja može da funkcioniše kao ljudski um, samo dosta brže. Na primer, sa milion puta povećanom brzinom obrade informacija u odnosu na ljude, subjektivna godina bi prošla za 30 fizičkih sekundi. Takva razlika u brzini obrade informacija mogla bi da pokrene singularnost.

4 Verovatnoća da će doći do singularnosti

Nekoliko istaknutih tehnologa i akademika je diskutovalo o mogućnosti da se singularnost ostvari.

Većina njih predlaže da do singularnosti može doći na jedan od dva načina: veštačkom inteligencijom i amplifikacijom (poboljšanjem) ljudskog mozga, za koju su neke od predloženih metoda bioinženjering, genetski inženjering, asistenti veštačke inteligencije, različite vrste droga, direktna veza mozga i računara, kao i prebacivanje kompletnog mozga na računar. Računajući da se konstantno radi na unapređivanju ovakvih grana, mogućnost da dođemo do singularnosti se samo povećava.

Tri glavna faktora koji utiču na ostvarivanje singularnosti su[9]:

- Poboljšivači inteligencije, koji se konstantno nadograđuju na svoje predhodnike
- Otežavanje napretka time što je tehnologija sve naprednija. U jednom momentu će se možda doći da će komplikacije u razvoju prevazići potencijalni napredak inteligencije
- Eventualna fizička granica, gde zakoni fizike neće dozvoljavati dalji napredak

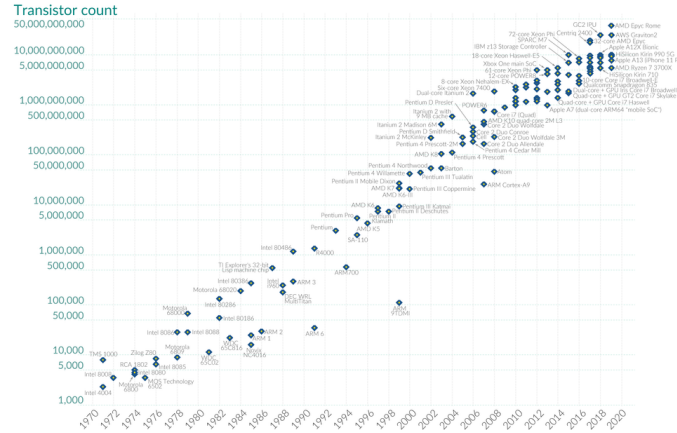
U online anketi iz 2017. godine na koju su odgovarali autori koji su svoje radove objavili na NeurIPS (konferencija i radionica za sisteme obrade neuronskih informacija) i ICML (međunarodna konferencija za mašinsko učenje) konferencijama 2015. godine, na pitanje koliko je verovatno da dođe do eksplozije inteligencije, 12% ispitanika je reklo da će "vrlo verovatno doći do iste", 17% ispitanika je reklo "verovatno", 21% ispitanika je reklo "možda", 24% ispitanika je reklo "malo verovatno", a 26% ispitanika je reklo da je to skoro nemoguće"[10].

4.1 Razvoj brzine tehnološkog napretka

Uočen je da se broj tranzistora po jedinici prostora duplira na svake dve godine (grafik tog razvoja je prikazan na slici 1) i ta pojava se naziva Murov zakon (eng. *Moore's law*).

Analogija Murovom zakonu je da ako bi za prvo dupiranje brzine hardvera računara trebalo **18 meseci**, sa sledeće bi trebalo **9**, posle čega bi trebalo **četiri**, pa **dva**, **jedan** i tako dalje dok se eventualno ne bi došlo do neke gornje granice za brzinu.

Džef Hokins (eng. *Jeff Hawkins*) je rekao da bi samopoboljšavajući računarski sistem eventualno došao do neke gornje granice računarske snage : "postoji granica koliko brzi i veliki računari mogu da postanu. U svakom slučaju, završićemo na istoj tački, možda samo malo brže. Ne bi došlo do singularnosti"[1].



Slika 1: Murov zakon: broj tranzistora na mikročipovima se duplira svake dve godine

Eksponencijalni napredak predložen u Murovom zakonu se koristi kao jedan od glavnih pokazatelja da u skorijoj budućnosti očekujemo pojavu singularnosti.

Rej Kurcvail (eng. *Ray Kurzweil*) predlaže zakon o ubrzanom povratku, generalizujući Murov zakon na celokupnu tehnologiju i govori o tome da se brzina tehnološkog razvoja eksponencijalno povećava. Taj zakon primenjuje i na tehnologije kao što su materijalna (tehnologija koja se bavi obradom sirovih materijala), medicinska i druge.

Kurcvail takođe veruje da će se singularnost desiti do 2045. godine, jer smatra da će tada veštačka inteligencija nadjačati ukupnu sumu moždanog kapaciteta celog čovečanstva.

4.2 Razvoj algoritama

Neke tehnologije, kao 'seed AI', imaju potencijal da se ne samo ubrzaju, već i da poboljšaju svoju efikasnost promenom sopstvenog izvornog koda. Konkretno, 'seed AI' je teorija koju je razvio Elajzer Judkovski (eng. *Eliezer Yudkowsky*) i ona se zasniva na principu da se AI razvija kroz "generacije", gde svaka generacija daje šeme iz koje se dobija sledeća, kao nadogradnja prošle. Ovaj mehanizam se od čistog povećanja brzine izvršavanja razlikuje u dva pogleda.

Prvo, za njega nije potreban spoljni uticaj. Za razliku od hardverskog ubrzavanja, gde je potreban bar neki nivo interakcije od strane čoveka, u ovom mehanizmu AI sam menja sopstveni kod.

Drugo, kao po Vernor Vindžovom viđenju singularnosti, ovaj pristup može biti vrlo nepredvidiv[12].

4.3 Kritike

Neki kritičari, kao Hjubert Drejfus (eng. *Hubert Dreyfus*) tvrde da računari i mašine ne mogu dostići nivo ljudske inteligencije, dok neki kao fizičar Stiven Hoking

(eng. *Stephen Hawking*) tvrde da je definicija inteligencije zanemarljiva ukoliko je krajnji rezultat isti.

Martin Ford u svojoj knjizi *Švetla u Tunelu: Automatizacija, Ubrzanje Tehnologije i Ekonomija Budućnosti* ("The Lights in the Tunnel: Automation, Accelerating Technology and the Economy of the Future") predlaže "tehnološki paradoks", gde tvrdi da do singularnosti neće doći, zato što bi ona dovela do masovne nezaposlenosti i smanjene trgovinske potražnje, jer bi se pokazala efikasnijom od radnika, što bi za uzvrat dovelo do smanjene inicijative da se ulaže u iste tehnologije[13].

5 Potencijalni uticaj ekonomskog rasta

Tehnološki napredak je izazvao ogromne promene u brzini rasta ekonomije. U odnosu na rast populacije, od Paleolita do Neolitske revolucije ekonomija se duplirala svakih **250,000 godina**. Poredjenja radi, nova, poljoprivredna ekonomija se duplirala na svakih **900 godina**. Ovo je naravno ogromna razlika. Od Industrijske Revolucije pa na dalje, ekonomski učinak se duplirao na svakih **15 godina**. Kada bi superinteligencija izazvala sličnu revoluciju, bilo bi očekivano da se ekonomija duplira na nedeljnoj bazi čak.

5.1 Nestabilnost i rizik

Termin tehnološka singularnost predstavlja ideju da se uskoro to može desiti. Naravno, mi kao ljudi ne možemo tačno da tvrdimo kada će to biti, niti da li će se to uopšte dogoditi. Ne bi mogli ni da pomislimo kako bi taj svet zapravo izgledao. Štaviše, nije sigurno ni da li bi ta revolucija bila dobra za ljudski rod, možda bi baš to predstavljalo kraj društva.

Dobar broj kompanija pokušava da glavni cilj veštačke inteligencije uskladi sa ljudskim vrednostima na što bolji način, ne bi li stvorili veštačku inteligenciju koja je dobroćudna.

Fizičar Stiven Hoking je u 2014, rekao da "Uspeh u stvaranju veštačke inteligencije bi bio najveći uspeh u ljudskoj istoriji. Nažalost, to bi veorovatno bio i poslednji, osim ako ne naučimo kako da izbegnemo rizike[14]."

Berglas (eng. *Anthony Berglas*) tvrdi da ne postoji nikakva evolucionarna motivacija koja bi veštačku inteligenciju učinila da bude prijateljski nastrojena. Evolucija nema nikakve težnje da stvori ishod koji ljudi žele. Veća je verovatnoća da se AI ponaša suprotno od onoga kako su ljudi planirali.

5.2 Trenutno stanje evolucije

Dok je tehnološka singularnost viđena kao događaj koji se dešava tek tako od jednom, neki naučnici tvrde da je trenutna brzina evolucije perfektna takva kakva jeste.

Pojedini kažu da smo trenutno u sred velike evolucionarne promene koja spaja tehnologiju, biologiju i društvo. Tehnologija već predstavlja deo svakodnevnog života većine ljudi.

Članak *Trends in Ecology & Evolution*[15] iz 2016. tvrdi da "ljudi već prihvataju spoj tehnologije i biologije. Kada god se šetamo i razgovaramo telefonom, koristimo digitalno umešane službe koje omogućavaju taj razgovor. Verujemo veštačkoj inteligenciji čak i kada su naši životi u pitanju, dobar primer bi bio sistem za izbegavanje blokiranja kočnica u automobilima (eng. *Antilock Braking System*), autopilotni mod u avionima i automobilima, itd."

5.3 Brzina rasta broja digitalnih informacija

Broj digitalnih informacija koje su ljudi stvorili je skoro iste veličine kao broj bioloških informacija u biosferi. Od 1980-te pa sve do danas, broj digitalnih in-

formacija se duplirao na svake 2.5 godine, i dostigao otprilike 5 zetabajta (eng. *Zettabyte*)(5×10^{21} bajtova) u 2014. godini (pogledaj tabelu 1).

godina	količina podataka (zetabajt)
1980	0.0026 ZB
1993	0.0158 ZB
2000	0.0545 ZB
2007	0.2950 ZB
2014	5.0000 ZB
2020	6.8000 ZB

Tabela 1: Eksponencijalni rast broja digitalnih informacija kroz godine.

Biološki gledano, postoji 8 milijarde ljudi na planeti zemlji, svaka osoba ima genom koji je sačinjen od 6.2 milijarde nukleotida. Pošto jedan bajt (eng. *Byte*) može da predstavi 4 nukleotidna para, onda bi broj svih genoma svih osoba na planeti zemlji mogao da se predstavi pomoću približno 1×10^{19} bajtova. Poređenja radi, broj digitalnih informacija je 500 puta veći (5×10^{21} bajtova). Ukupna količina DNK parova sadržana u svim ćelijama na planeti zemlji je 5.3×10^{37} , što bi bilo tačno 1.325×10^{37} bajtova.

Kada bi broj digitalnih informacija nastavio da raste trenutnom brzinom od 30-38% godišnje, ukupan broj svih ćelija na planeti zemlji bi stigli za otprilike 110 godina. Ovo bi predstavilo dupliranje ukupnog broja informacija u biosferi za samo 150 godina, što je neverovatno kratko vreme za ovako velike brojeve[16].

5.4 Besmrtnost

U svojoj knjizi iz 2005. *Singularnost je blizu*, Kurcvail sugerise da bi napredak medicine omogućio ljudima da zaštite svoja tela od efekata starenja, čineći očekivani životni vek neograničenim.

Kurcvail tvrdi da bi nam tehnološki napredak u medicini omogućio da kontinuirano popravljamo i zamenjujemo oštećene komponente u našim telima, produžavajući život do neodređenog doba.

Prema teoretskom fizičaru Ričardu Fejmanu (eng. *Richard Feynman*), njegov nekadašnji student Albert Hibbs (eng. *Albert Hibbs*) mu je predložio korišćenje Feynmanovih teoretskih mikromašina u okviru medicine. Hibbs je reako da bi se određene mašine za preparvku mogle u budućnosti smanjiti na te veličine gde bi bilo moguće "progutati ih". Fejman je ovu ideju iskoristio u svom eseju *There's Plenty of Room at the Bottom*[17].

6 Teško i lako poletanje AGI-a

Kada i ako dođe do tehnološke singularnosti, postoje dva moguća scenarija, **teško poletanje** i **lako poletanje**. Pod teškim poletanjem podrazumevamo veoma brzo i eksplozivno samopoboljšanje opšte veštačke inteligencije, gde ono *"preuzima kontrolu"* nad svetom toliko brzo(možda za nekoliko sati) da je ljudska interakcija i korekcija nemoguća. Kod lakog poletanja sa druge strane, veštačka inteligencija postaje moćnija od čoveka ali u manjem vremenskom intervalu (decenijama) što daje mogućnost čovečanstu da spreči ili bar preusmeri i interaguje sa ciljevima AGI-a tokom njegove evolucije[18].

Ramez Naam, Američki tehnolog i pisac naučne fantastike, se protivi teškom poletanju. On tvrdi da mi već sad imamo primere samo-poboljšavanja superinteligencija. Na primer, Intel je kompanija koja ima na milione CPU jezgara i a hiljade ljudskih umova, ali to nije dovelo do teškog poletanja, već do lakog poletanja u obliku Murovog zakona (pogledaj sliku 1) [19].

"Većina čestih scenarija teškog poletanja su kružna, jer se u svakom primeru predpostavlja nadljudska mogućnost samo-poboljšavanja opšte veštačke inteligencije na samom početku kao preduslov za bilo kakvo poletanje"veruje Džon Stors Hol (eng. *John Storrs Hall*). Hall sugerise da bi novoj veštačkoj inteligenciji bilo bolje da se specijalizuje u jednoj oblasti u kojoj je najefikasnija, a zatim da kupi preostale

komponente sa tržišta, umesto da rekurzivno samo-poboljšava svoj hardver, softver i infrastrukturu, jer se kvalitet proizvoda na tržištu stalno poboljšava, a veštačka inteligencija bi imala poteškoća da održi korak sa najsavremenijom tehnologijom koju koristi ostatak sveta[20].

7 Tema "Tehnološka singularnost" u politici

2007. godine Zajednički ekonomski komitet Kongresa Sjedinjenih Američkih Država objavio je izveštaj o budućnosti nanotehnologije. Oni predviđaju značajne tehnološke i političke promene u srednjoročnoj budućnosti, uključujući moguću tehnološku singularnost. Oni se dotiču teme nanotehnologije i citiraju neke futuriste i tehnologe o razvitku veštačke inteligencije.

Razvoj veštačke inteligencije se može prikazati kao eksponencijalna funkcija, a svojstvo eksponencijalnih funkcija je da u nekom trenutku dostiže tačku u kojoj je stopa rasta skoro beskonačna, tvrdi zajednički ekonomski komitet Kongresa Sjedinjenih Američkih Država. Oni takođe tvrde da će samopoboljšanje veštačke inteligencije prevazići očekivanja i izračunavanja stručnjaka i time poremetiti planove za dalje upavljanje veštačkom inteligencijom [21].

8 Zaključak

Otkiće veštačke inteligencije je unapredilo savremeno duštvo i svakodnevni život ljudi u raznim aspektima, možemo videti razna poboljšanja u granama medicine, građevine, mađinstva i mnogih drugih zanimanja, ali veštačka inteligencija nastavlja da se razvija i ne planira da se zaustavi u skorije vreme. Mi možemo samo da spekuliramo kada će doći do singularnosti, ali mnogi tvrde da, ako veštačka inteligencija nastavi da se razvija predviđenom brzinom, moći ćemo je pratiti i da uticati na krajnji ishod njene evolucije. U slučaju da se AI alarmantno razvije preko noći, niko neće moći da predvidi do kakvog će ishoda dovesti taj skok u razvoju.

Da li će ljudi naizad dostići neograničen životni vek? Da li će veštačka inteligencija prevazići čoveka u svakom aspektu rada? Da li će veštačka inteligencija preuzeti svet u budućnosti?

Možemo samo da se nadamo budućnosti u kojoj mašine neće preuzeti ulogu čoveka.

Literatura

- [1] Ehrlich, Paul. The Dominant Animal: Human Evolution and the Environment Archived 2018-10-08 at the Wayback Machine
- [2] Good, I. J. "Speculations Concerning the First Ultrainelligent Machine", *Advances in Computers*, vol. 6, 1965. Archived May 1, 2012, at the Wayback Machine
- [3] Prasad, Mahendra (2019). "Nicolas de Condorcet and the First Intelligence Explosion Hypothesis"
- [4] Ulam, Stanislaw (May 1958). "Tribute to John von Neumann"
- [5] "Congress and the Singularity". Archived from the original on 2021-02-15. Retrieved 2016-11-04.
- [6] Singularity University Archived 2021-02-15 at the Wayback Machine at its official website
- [7] Vinge, Vernor. "The Coming Technological Singularity: How to Survive in the Post-Human Era" Archived 2018-04-10 at the Wayback Machine, in *Vision-21: Interdisciplinary Science and Engineering in the Era of Cyberspace*, G. A. Landis, ed., NASA Publication CP-10129, pp. 11–22, 1993.
- [8] Sandberg, Anders. An overview of models of technological singularity Archived 2011-07-24 at the Wayback Machine
- [9] Hanson, Robin (1998). "Some Skepticism".

- [10] Grace, Katja; Salvatier, John; Dafoe, Allan; Zhang, Baobao; Evans, Owain (24 May 2017). "When Will AI Exceed Human Performance? Evidence from AI Experts"
- [11] <https://spectrum.ieee.org/tech-luminaries-address-singularity>
- [12] Eliezer S. Yudkowsky. "Power of Intelligence"
- [13] ["Armies of Expensive Lawyers, Replaced by Cheaper Software"](#).
- [14] Stephen Hawking: "Success in creating AI would be the biggest event in human history. Unfortunately, it might also be the last, unless we learn how to avoid the risks."
- [15] ["Trends in Ecology & Evolution"](#)
- [16] [Information in the Biosphere: Biological and Digital Worlds](#)
- [17] *The singularity Is Near* Ray Kurzweil.
- [18] Bugaj, Stephan Vladimir, and Ben Goertzel. "Five ethical imperatives and their implications for human-AGI interaction." *Dynamical Psychology* (2007).
- [19] [Naam, Ramez \(2014\). "The Singularity Is Further Than It Appears". Archived from the original on 17 May 2014.](#)
- [20] Hall, J. Storrs (2008). "Engineering Utopia". *Artificial General Intelligence, 2008: Proceedings of the First AGI Conference*.
- [21] Guston, David H. (14 July 2010). *Encyclopedia of Nanoscience and Society*. SAGE Publications. ISBN 978-1-4522-6617-6. Archived from the original on 15 February 2021. Retrieved 4 November 2016.