

Individuell oppgave - tredje iterasjon

1. Search and find three definitions of AI, describe these briefly. Make references.

“Computational Intelligence is intelligence demonstrated by machines, in contrast to the natural intelligence displayed by humans and other animals. In computer science AI research is defined as the study of “intelligent agents”: any device that perceives its environment and takes actions that maximize its chance of successfully achieving its goals.” (Poole et al., 1998)

Forfatterne bruker begrepet “computational intelligence” som synonym for “artificial intelligence”. Definisjonen retter seg mot et fokus på maskiner som handler “rasjonelt”.

“The art of creating machines that perform functions that require intelligence when performed by people.” (Kurzweil, 1990) Forfatterens definisjon av AI fokuserer på maskiner som handler “menneskelig”.

“We define AI as the study of agents that receive precepts from the environment and perform actions. Each such agent implements a function that maps percept sequences to actions (..)” (Russell & Norvig, 2003) Forfatterne tar utgangspunkt i generelle prinsipper for rasjonelle agenter (dvs. agenter som handler rasjonelt, heller enn menneskelig)

1.2 Discuss definitions relative to discussions of AI in the course.

Definisjonene over har flere likheter med diskusjoner vi har hatt i kurset. Blant annet har vi diskutert at roboter med kunstig intelligens kan omtales som “menneskelige”, som da bygger på mange av de samme prinsippene som mennesker, og “intelligente” som handler om at systemet kan utkonkurrere mennesker. Vi ble også presentert for tre definisjoner innenfor kunstig intelligens:

Artificial super intelligence som handler om maskin intelligent som langt overgår menneskelig intelligens. Noe kan indikerer på at dette bare er science fiction, mens annet kan indikere fremtidsvisjoner.

Artificial general intelligence som indikerer at et system har nådd et stadium der det er like intelligent som et menneske når det sammenlignes med menneskelig kognisjon.

Artificial narrow intelligence som handler om systemer som er begrenset til svært smale oppgaver, slik som selvdrevne biler eller filter som identifiserer spam.

2. Search and find three definitions of Robotics, describe these briefly.

“Robotics is the branch of technology that deals with the design, construction, operation, and application of robots, as well as computer systems for their control, sensory feedback, and information processing (Asimov, 1996). Asimov var uvitende om at han var den første til å definere begrepet “robotics”, han antok at roboter allerede refererte til vitenskap og teknologi for roboter.

“Robotics is the study of robots. Robots are machines that can be used to do jobs. Some robots can do work by themselves. Other robots must always have a person telling them what to do.” (NASA, 2009) Nasa baserer sin definisjon på Asimov sin definisjon.

“The field of robotics generally involves looking at how any physical constructed technology system can perform a task or play a role in any interface or new technology.” (Technopedia) Technopedia baserer også sin definisjon av “Robotics” på Asimov sin definisjon, og beskriver videre hva man studere i forskningsfeltet.

3. Search and find three definitions of Machine Learning, describe these briefly. Discuss definitions relative to discussions of Machine Learning in the course.

“Machine learning is a field of computer science that uses statistical techniques to give computer systems the ability to “learn” (e.g., progressively improve performance on a specific task) with data, without being explicitly programmed” (Bennett et al, 1996) Bennett et al.

beskriver definisjonen som er tilskrevet Arthur Samuel, som var den første til å bruke begrepet i 1959.

“Machine learning explores the study and construction of algorithms that can learn from and make predictions on data” (Kohavi & Provost, 1998). Defineres i henhold til at maskinlæring er utviklet fra studiet av mønstergjenkjenning og beregningsbasert læringsteori i kunstig intelligens.

“Within the field of data analytics, machine learning is a method used to devise complex models and algorithms that lend themselves to prediction” (Sas, 2016). Brukes når det er snakk om feltet data analyse.

3.1 Discuss definitions relative to discussions of Machine Learning in the course.

Definisjonene over relateres til det som blir diskutert i kurset, i det at det brukes flere ulike teknikker for å analysere data. Maskinlæring blir i kurset omtalt som et verktøy, og som kan bygges ved hjelp av flere teknikker, for eksempel dyp læring. Prinsippene bak metoden er at den finner mønstre i data. Maskinlæring krever store mengder data å trene på for å bli bedre, samt stor datakraft.

4. Write in three to five sentences the relationship between AI and Robotics as you understand this.

Kunstig intelligens (AI) og robotikk er, slik jeg forstår det, to forskjellige forskningsfelt, men som likevel overlapper hverandre. Roboter består vanligvis av en form for mekanisk og elektrisk konstruksjon som gjør at den kan utføre en rekke automatiske, eller semi-automatiske handlinger. Kjernen til en robot består derimot av programmeringskode, altså et program som sier noe om hvordan roboten skal gjøre noe. Denne programvaren kan være et kunstig intelligent program. Et kunstig intelligent program gjør at maskiner kan utføre oppgaver som ellers ville kreve menneskelig intelligens, som problemløsning og språkforståelse. De to

forskningsfeltene overlapper i "kunstig intelligente roboter" som vil si at en robot bruker kunstig intelligens for å interagere med miljøet rundt seg på egenhånd uten en kontroll kilde, og kan avgjøre reaksjoner på objekter og/eller problemer de møter ved hjelp av deres eksisterende programmering.

5. Make a text to describe your own definition of AI. Explain briefly this definition.

For meg er kunstig intelligens et bredt begrep som brukes til å forklare ideen om at maskiner kan "tenke" og "handle", til en viss grad, som mennesker, eller for å si det på en annen måte, at de kan "tenke for seg selv". Det finnes mange aspekter innenfor kunstig intelligens når man snakker om (og lager) intelligente maskiner. Man kan se på hvor suksessfullt maskiner klarer å *oppføre seg* som mennesker, gjennom en Turing test. Eller hvor god en maskin er til å *tenke* som mennesker, da basert på kognitive modeller. På den andre siden så kan man se på hvor suksessfulle maskiner er til å tenke og oppfører seg rasjonelt, som da sier noe om logikken til handlingene, i tillegg til hvordan man oppnår det beste resultatet. Den rasjonelle biten ser jeg på som en utfordring, da det kan være store forskjeller på hvordan noe skal gjøres "prinsipielt" og hvordan man løser det i praksis. I teorien betyr kunstig intelligens at maskiner kan utføre oppgaver og oppføre seg som mennesker, og det er også det som er målet med kunstig intelligens. I realiteten er vi ganske langt fra å utrette dette.

5.1 Expand on this text to explain the relation between AI and Machine Learning.

Kunstig intelligens er det overordnede målet som handler om å gjøre maskiner så intelligente som mulig, være spesifikk eller generell intelligens. Maskinlæring er derimot en måte å arbeide på, et sett med metoder/teknikker, som gjør at man kan jobbe mot å oppfylle denne visjonen.

6. Make a drawing of an interaction with an AI - something that you imagine. Describe with some sentences your drawing.

En AI-assistent som fører timer, reiseregning, utlegg osv. Skissert som tekst, men er tenkt som taleassistent også.



6.1 Summarize key characteristics of interaction design for AI-based systems (challenges, principles, trends). Sketch a user interface illustrating one or more of these characteristics

AI baserte systemer involverer systemer hvor viktige komponenter i systemer, drives av kunstig intelligens. Disse systemene er ofte satt opp slik at det "lærer" og forbedrer seg basert på store datasett (Følstad, 2018). Vi har sett store fremskritt i fagområdet på grunn av fremdrift innen maskinlæring, der de to større drivere bak det er tilgang til store datasett og økning i maskinevne (computational power).

Begrepene “tale assistent” og “chatbot” har man tidligere plassert i to forskjellige kategorier, men vi ser at “chatbot” i dag både involverer det som defineres som “chatterbots” og også utføring av spesifikke oppgaver. Chatboter kan operere i flere ulike kanaler som nettsider, meldingsplattformer, og apper. Det finnes også ulike typer av chatboter slik som (1) “skriptet” som tilbyr forhåndsdefinerte samtaler, (2) “hensikt og handling”, der man gjenkjenner brukerens hensikt og tilbyr relevant handling/svar, og (3) “generative” som tilbyr respons som ikke er forhåndsdefinert.

Følstad (2018) identifiserer tre tentative design prinsipper for interaksjon med AI-baserte systemer:

- (1) Prinsippet “*lære*” handler om at systemer er designet for endring og “læring”. Systemer må være dynamiske og forberedt på endringer, og var i stand til å lære fra dette.
- (2) Prinsippet “*forbedre*” handler om å designe for uforutsigbarhet. Feil er uunngåelig, og noe systemet kan lære av.
- (3) Prinsippet “*drevet av store datasett*” handler om at gjennom interaksjon med systemet så samler det inn data som driver det videre.

Nedenfor er et utdrag av et brukergrensesnitt som viser hvordan systemet kan håndtere feil ved å følge prinsipper om å være transparent i at det har skjedd en misforståelse, minner brukeren på hva chatboten kan hjelpe med og tilslutt en “call to action” for å guide brukeren videre:



7. Read the article: "On the Subject of Objects: Four Views on Object Perception and Tool Use" by Tarja Susi / Tom Ziemke. Write in your own words one page about the different perspectives on the human relationship with tools.

Artikkelen tar for seg fire forskjellige syn på relasjonen mellom et subjekt og et objekt, eller en agent og dens miljø; altså relasjonen mellom mennesker/dyr og objekter/artefakter/verktøy, og hvordan subjektet oppfatter objekter og deres mulige bruk. De fire forskjellige synene på relasjonen mellom subjekt og objekt er von Uexküll's "functional tone", Heidegger's "equipment", Gibson's "affordance", and Kirsh's "entry point".

von Uexküll beskriver relasjonen mellom et subjekt og et objekt slik at hvert subjekt - her beskrevet som et dyr - tilskriver mening til de fysiske gjenstandene den møter, og tilpasser verden til seg selv, og dermed lager sitt eget subjektive universitet, kalt Umwelt. Her skaffer

objektet seg det von Uexküll beskriver som en “functional tone”, som sier noe om forholdet mellom subjektet og objektet. Et objekt er nøytralt helt til subjektet samhandler med det, kun da blir objektet betydningsfullt, med en betydning som subjektet har satt.

I følge Heidegger, er relasjonen mellom subjekt og objekt, gjensidig avhengig av hverandre, og de kan ikke ikke forstås som separate entiteter. Subjekter må forstås i deres form av å “være-i-verden” og objekter kan ikke defineres i henhold til noen objektiver, ettersom de alltid er involvert med andre objekter. Hvordan et objekt, i dette tilfellet et verktøy, og dets mulige bruk, oppfattes, er avhengig av subjektets pågående aktivitet. En grunnleggende funksjon til et verktøy er at det blir brukt til å få noe gjort, og Heidegger argumenterer for at verktøy er hva de er på grunnlag av deres brukbarhet eller funksjonalitet. I tillegg hevder han at et stykke utstyr må passe i konteksten til en aktivitet, ettersom det bare er innenfor en meningsfylt kontekst at et objekt er hva det er.

Gibson bruker begrepet “affordance” til å forklare at hvert subjekt, her beskrevet som et dyr, lever i sin egen niche i et miljø som består av flere “affordances”. Affordances fjerner forskjellen mellom et subjekt og et objekt, og fokuserer på det gjensidige forholdet mellom dem, eksempelvis et dyr og dets miljø. Gibson argumenterer for at “affordances” ikke er noe som endres basert på observatørens behov og krav, i motsetning til Uexülls syn på “functional tone”. Gibson påstår at det heller handler om at man er oppmerksom, eller ikke, på eksisterende affordances.

Kirsh’s begrep “entry point” er et bidrag til å forstå og forbedre representasjon av arbeidskontekst. Noen sentrale konsepter i tilnærmingen er entry points, cognitive affordance, og cognitive congeniality. Arbeidet fokuserer på hvordan aktive subjekter bruker miljøstrukturer for å oppnå ulike oppgaver, og legger vekt på at agenten og dets miljø tilpasser seg samtidig. Kirsh argumenterer for at konseptet “entry point” blir brukt for å oppnå cognitive affordance, og at entry point ligner på affordance, da de inviterer oss til å gjøre noe, typisk via hint.

8. Select one of the perspectives from the article, and go into detail when you describe it.

Entry point blir som beskrevet over, brukt for å oppnå cognitive affordance. Kirsh beskriver entry point som en struktur eller et hint som inviterer oss til å innta et informasjonsområde eller en kontoroppgave. Entry points kan være objektive (bruker uavhengige) eller subjektive (bruker avhengige). Det kan eksempelvis være hauger med papir, notater, mapper, lister osv. som fungerer som et ytre stillas for ansattes arbeidsoppgaver. Kirsh argumenterer for at en samling av entry points er personlig, og skiller mellom to forskjellige kontorokkupanter; "neats", organiserte og strukturerte mennesker, og "scruffies", mindre strukturerte med overfylte og rotete pulter.

Entry points har forskjellige egenskaper som påvirker måten folk reagerer på. Disse egenskapene varierer langs en rekke nøkkeldimensjoner som Kirsh presenterer, slik som *intrusiveness*; som handler om hvor mye oppmerksomhet som tiltrekkes, *richness in metadata*; som sier noe om den underliggende informasjonen, *visibility*; som handler om hvor synlig noe er, *freshness*; som sier noe om hvor lenge det er siden noen endret det, *importance*; hvor mye aktiviteten som er assosiert med entry point'et haster, og tilslutt, *relevance*; hvor relevant entry point'et er for den pågående aktiviteten. Strukturen som entry points tilbyr, reduserer kognitive krav og hjelper mennesker til å forbedre prestasjonen deres.

9. Select one other article from module 1, and write with your own words what this article is about.

"Interactive Robots as Social Partners and Peer Tutors for Children: A Field Trial" av Kanda et al., 2004.

Artikkelen beskriver et forskningsarbeid som involverer roboter og japanske barn, med den hensikt om at robotene skulle kommunisere med barna for å øke barnas evne til å snakke engelsk, og at barna ville lære fra roboten slik de gjør fra andre barn. De gjennomførte et

feltstudie på en japansk barneskole, der de presenterte to engelskspråklige roboter, kalt "Robovie". Robotene hadde armer, øyne og et hode, og var designet slik at de hadde et menneskelig uttrykk og bevegelser. De hadde også trådløse identifikasjons tag's og sensorer, slik at robotene kunne identifisere og interagere med barn i nærheten av den. Forskerne observerte barnas reaksjoner av roboter i en periode på 2 uker. Resultatene fra studien viser at interaksjonen med robotene var hyppige den første uken, men falt drastisk innen den andre uken. Analysen foreslår at de som fortsatte å interagere med roboten den andre uken, var barn som allerede hadde hatt opplæring eller interesse i engelsk. De konkluderer med at interaktive roboter bør utformes på den måten at de har noe til felles med brukerne, noe som både er en sosial og teknisk utfordring.

10. Select one documentary or a fictional film, book or game: describe with your own word how interaction with AI is portrayed in this work.

"A singular consciousness that spawned an entire race of machines" - Morpheus' i the Matrix.

Matrix er trilogi som forteller historien om en krig mellom en menneskelig motstandsbevegelse og en maskin rase, som har tatt menneskeheten til fange inni en virtuell verden, kalt the Matrix ("a neutral interactive simulation"). Filmene handler om Neo, som er blitt utvalgt som "the one", med spesielle evner og en viktig skjebne som skal redde menneskeheten fra maskinene. I den virtuelle verden, er programvaren fremstilt som mennesker (Smith's) som sammenligner menneskeheten med virus. *"Human beings are a disease. A cancer of this planet. You are a plague. And we are the cure"*. Motstandsbevegelsen, som er de eneste som vet om skillet mellom den virkelige og virtuelle verden, ønsker på sin siden å utrydde maskinene og ta tilbake deres virkelige verden.

11. Describe what you understand by autonomy; both human autonomy and machine autonomy.

Autonomi er et omstridt begrep som brukes i robotikk feltet. Når man snakker om menneskelig autonomi handler dette om at man har selvbestemmelse og kan handle ut ifra egen vilje. Å

overføre dette til maskiner, blir da i den bokstavelige betydning, å si at maskiner kan handle ut fra egne vilje, noe som er lite overførbart. Fra mitt perspektiv, så handler maskin autonomi om ubemannede verktøy, som kan handle utover det den er programmert til å gjøre, dvs. at den kan, basert på parametere, beregne eller bestemme videre føringer for handlingene sine, som ikke trenger involvering av mennesker.

12. When was the term "AI" first coined? Please make a reference.

I følge Press (Press, 2016; McCarthy et al., 1955), ble begrepet "artificial intelligence" først brukt av John McCarthy i en publikasjon fra 1955, i et forslag til en forskningskonferanse. Likevel, ser det ut til at uttalelsen til McCarthy under en konferanse i 1956 (University of Washington, 2006) står som det offisielle tidspunktet for begrepets opprinnelse.

13. Articulate one question for the article "What we talk about when we talk about context" by Paul Dourish in the curriculum.

"Hvordan jobber designere og utviklere med å implementere kontekstforståelse i AI-assistenten?"

14. Articulate one question for any other article in the curriculum.

Til artikkelen "Progress in AI seems like it's accelerating, but here's why it could be plateauing" av Somers.

"Hvordan kan poenget til Somers om maskinens vision av et neuralt nett, relateres til det von Uexküll's definerer som "functional tone?"

15. Read the article: "Like Having a Really Bad PA" by Luger & Sellen. Summarize in your own words key lessons learnt for interaction design with dialogue systems. Discuss the relevance of these lessons learnt for interaction with AI-based systems in general.

Luger & Sellen identifiserer fire nøkkel leksjoner som de avdekket i en studie med fokus på interaksjon med dialog systemer:

1. Å sette realistiske forventninger støtter opp om læringsprosessen

Luger og Sellen avdekket at forventningene til hvordan man interagerer med tale-assistenten, og dens muligheter og operasjoner, var utenfor virkeligheten. I de fleste tilfellene var ikke brukerne i stand til å gjøre korrekte vurderingen av systemets evner. "Antropomorfisme" satte urealistiske forventninger som formet brukerens oppfatning av hva som utløste systemfeil. De presiserer her, viktigheten av å vise systemets intelligens.

2. System-tilbakemelding og representasjon av intelligens - anerkjenner humor som en indikator på systemets tilstand

Humor og lekende interaksjoner var en måte å dra brukerne inn i mer utforskende interaksjon med taleassistenten. Derimot, fungerte interaksjonene også som "affordance" i at de foreslår muligheten for handling/interaksjon, og formidlet et nivå av "sosial smartheit" som var i strid med de sanne systemegenskapene, og førte til at brukerens forventning økte fra begynnelsen av. De presiserer her å revurdere "løftet" som blir gitt til brukeren ved humoristisk engasjement, da dette gir en feil oppfatning av taleassistenten sine evner.

3. Støtter brukerevaluering - avslører systemegenskaper

Interaksjon med taleassistenten fratar en "naturlig" måte for å forhøre og vurdere systemkompetanse eller -tilstand på. Taleassistenten har mulighet til å presisere når det tviler på noe, eller at det oppstår en feil, men gir lite til brukeren om dens evner og muligheter for utforskning. Her mener Luger og Sellen at man må vurdere hvordan man best kan indikere evner gjennom interaksjon.

4. Støtter kontinuerlig brukerengasjement ved å klart definere målet for systemet.

Bruksområdet for taleassistenten var at den var "hands-free", som betydde at det var en alternativ primæroppgave, heller enn dialog, der brukerens oppmerksomheten var rettet mot. Dette gjør at systemet et middel til en slutt, snarere enn en slutt i seg selv. Forfatterne

presiserer viktigheten av å revurdere tilbakemelding fra systemet og design mål i lys av det dominerende bruksområdet, og utforske og utvikle dette fremover.

For designere vil det være relevant å utforske balansegangen om å sette riktige forventninger til et system, men samtidig oppmuntre og bidra til en gledelig interaksjon for brukeren. De fire leksjonene presentert av Luger og Sellen er aktuelt i en større, mer generell sammenheng. Ikke bare i tale-assistenter og til "hverdagsbruk", ser man at det er problemer med interaksjonen mellom system og menneske. For å utnytte det fulle potensialet til disse teknologiene og forbedre dagens brukeropplevelse, er Luger & Sellen sine lærdommer viktige områder å utforske videre.

16. Describe with your own words what you understand by different levels of automation?

What are the advantages/disadvantages related to higher/lower levels of automation?

Forskjellige nivåer av automatisering referer til hvilken grad et system oppfører seg autonomt. En liste med ti ulike nivåer av automatisering blir presentert av Sheridan og Verplank (1978). De ulike nivåene forklarer hvorvidt maskiner utfører oppgaver med liten eller stor grad av automatisering.

På det første nivået utfører menneskene arbeidet med ingen involvering av maskiner. På videre nivåer støtter maskiner opp om arbeidet til menneskene der enkelte oppgaver utføres automatisk, tilsvarende noe automatisering. Maskiner utfører på de neste nivåene i større grad oppgaver, enn det mennesker gjør. Ved full grad av automatisering utfører maskinene hele arbeidet, uten involvering av mennesker. Her går nivåene fra at maskinene informere menneskene dersom de blir bedt om det (8), til at maskinene selv bestemmer om menneskene skal informeres (9).

Det er mange fordeler ved automatisering, slik som effektivisering og nøyaktighet, der teknologien har en fordel over mennesker i raskere og mer presis utførelse av oppgaver. Derimot, i situasjoner når mye står på spill og avgjørelsene er vanskelige å automatisere, vil

lavere nivå av automatisering være viktig da det gir mennesker mer kontroll over utfallet. Dette kan relateres til automatisering av våpen i krig, der det blant annet blir brukt droner for utslette fiender. Et annet eksempel på dette kan være autonome biler som må avgjøre hva de skal gjøre hvis det oppstår en ulykke. Dette er situasjoner der det ikke nødvendigvis er klart hva som er rett eller galt, og hvor det må tas en vurdering om systemet kan forhindre menneskelige feil, eller om menneskelig vurdering er høyst nødvendig. Det er viktig med en risikovurdering av automatiseringnivå da de som sitter med beslutningsmakten i disse situasjonene kan avgjøre hvem som lever og hvem som dør.

References

- Asimov, Isaac (1996) [1995]. "The Robot Chronicles". *Gold*. London: Voyager. pp. 224–225. ISBN 0-00-648202-3.
- Bennett, Forrest H.; Andre, David; Keane, Martin A. (1996). *Automated Design of Both the Topology and Sizing of Analog Electrical Circuits Using Genetic Programming*. Artificial Intelligence in Design '96. Springer, Dordrecht. pp. 151–170.
[doi:10.1007/978-94-009-0279-4_9](https://doi.org/10.1007/978-94-009-0279-4_9).
- Følstad, A. (2017) *Interacting with AI - module 2* [PDF]. Tilgjengelig fra URL:
<https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/IN5480/h18/undervisningsmateriale/interacting-with-ai---module-2---session-1---v02.pdf>
- Kanda, T., Hirano, T., Eaton, D., Ishiguro, H., 2004. Interactive robots as social partners and peer tutors for children: A field trial. *Human–Computer Interaction* 19, 61–84.
- Kurzweil, Ray (1990), *The Age of Intelligent Machines*, Cambridge, MA: MIT Press, ISBN 0-262-11121-7
- Luger, E., & Sellen, A. (2016, May). Like having a really bad PA: the gulf between user expectation and experience of conversational agents. In Proceedings of the 2016
- NASA (2009) *What is robotics*. www.nasa.no. Retrieved 2016-09-14 from
https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/what_is_robotics_58.html

- Poole, David; Mackworth, Alan; Goebel, Randy (1998). *Computational Intelligence: A Logical Approach*. New York: Oxford University Press. ISBN 0-19-510270-3.
- Press, G. (2016). A Very Short History Of Artificial Intelligence (AI). Forbes. Retrieved September 10, 2018, from <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2016/12/30/a-very-short-history-of-artificial-intelligence-ai/#44909aaf6fba>
- Ron Kohavi; Foster Provost (1998). "Glossary of terms". *Machine Learning*. **30**: 271–274.
- Russell, Stuart J.; Norvig, Peter (2003), *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (2nd ed.), Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, ISBN 0-13-790395-2.
- Sas (2016) "Machine Learning: What it is and why it matters". *www.sas.com*. Retrieved 2016-03-29.
- Sheridan, T. B. & Verplank, W. (1978). Human and Computer Control of Undersea Teleoperators. Man-Machine Systems Laboratory. Department of Mechanical Engineering. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge
- Somers, J., n.d. Progress in AI seems like it's accelerating, but here's why it could be plateauing [WWW Document]. MIT Technology Review. URL <https://www.technologyreview.com/s/608911/is-ai-riding-a-one-trick-pony/> (accessed 8.31.18).
- University of Washington "History of AI". *www.washington.edu*. Retrieved 2016-09-14 <https://courses.cs.washington.edu/courses/csep590/06au/projects/history-ai.pdf>