

Institutt for datateknologi og informatikk

Eksamensoppgave i TDT4137 Kognitive arkitekturer

Faglig kontakt under eksamen: Professor Agnar Aamodt

Tlf.: 92611144

Eksamensdato: 20. desember 2018

Eksamenstid (fra-til): 0900-1300

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: D/Kalkulator

Annen informasjon:

Målform/språk: Bokmål

Antall sider (uten forside): 3

Antall sider vedlegg: 0

Informasjon om trykking av eksamensoppgave

Originalen er:

1-sidig **2-sidig**

sort/hvit **farger**

skal ha flervalgskjema

Kontrollert av:

Dato _____

Sign _____

*Hver av de 4 oppgavene bidrar 25% til sluttresultatet for denne skriftlige eksamen.
Ingen av spørsmålene krever lange og utdypende svar, forsøk å svare kort og «to the point».*

Oppgave 1

- a) To sentrale hypoteser i forbindelse med kognitive systemer er «The Physical Symbol Systems Hypothesis» og «The Heuristic Search Hypothesis»-.
Hva uttrykker disse hypotesene?
Enkelte retninger innen kognitive systemer er kritiske til disse hypotesene. Hvorfor?
- b) Beskriv kort de ulike paradigmene for kognisjon som inngår i pensum, og hva som skiller dem fra hverandre.
Gi et eksempel på en arkitektur fra hvert av paradigmene, og begrunn kort hvorfor den tilhører akkurat det paradigmet.
- c) For å forstå og modellere kognitive systemer er det nyttig å analysere dem på flere abstraksjonsnivåer. En kjent modell er David Marr's 3-nivå modell. Beskriv nivåene, hvordan de er koblet sammen, og hvordan modellen er tenkt benyttet.
Hvilket av paradigmene i b) ligger Marr's modell innenfor?
- d) Hva karakteriserer kunnskapsnivået i et intelligent system? Hva er koblingen mellom kunnskapsnivået og et systems intelligens, iflg. Allen Newell?

Oppgave 2

- a) Hva er en kognitiv arkitektur, slik begrepet brukes i dette faget? Gi også en definisjon av kognisjon, enten gjengitt fra pensumstoffet eller din egen.
- b) Beskriv det essensielle i arkitekturen Soar, med vekt på
 - i) Overordnet arkitektur – gjerne som en figur med kommentarer
 - ii) Kunnskapstyper og tilhørende minnestrukturer
 - iii) Problemløsningsprosess – hovedtrinnene fra input til output
 - iv) Læringsprosess – hva læres og hvordan
- c) CLARION er en annen arkitektur. Hva er essensielle likheter med og forskjeller fra Soar? Gi en kort beskrivelse av arkitekturen, med listen i)-iv) ovenfor som referanse.
- d) Hva er «The Standard Model» for kognitive arkitekturer, og hvilke komponenter inneholder den? Vil CLARION kunne passe inn i den modellen? Hvis ja, på hvilken måte? Hvis nei, hvorfor ikke?

Oppgave 3

- a) Hva er en MOP, og hva er dens rolle i Schank's kognitive modell? Skisser strukturen i et «Dynamic Memory» der MOP-er og case (events) er koblet sammen. Bruk gjerne systemet Casey som eksempel.
- b) Beskriv de to trinnene i MAC-FAC modellen, og hvordan de brukes i analogiresonerer.
- c) Hva menes med «hedges» i forbindelse med fuzzy sett?
- d) En gruppe personer ble bedt om å angi høyden til menn og kvinner, angitt i cm, ved bruk av kategoriene:
Very very short (VVS), Very short (VS), Short (S),
Very very tall (VVT), Very tall (VT), Tall (T)

Her er resultatet for menns høyde:

	Short			Tall		
	VVS	VS	S	T	VT	VVT
Definitely not	148	157	172	167	176	182
Possibly	137	143	157	179	189	198
Definitely	126	129	142	191	202	214

Og her for kvinners høyde:

	Short			Tall		
	VVS	VS	S	T	VT	VVT
Definitely not	153	155	161	160	170	174
Possibly	135	143	149	173	181	191
Definitely	117	131	137	186	192	208

- i) Konstruer medlemskapsfunksjonen for den fuzzy variabelen Høyde for verdiene Short og Tall, for både kvinner og menn. Medlemskapsfunksjonen kan angis grafisk eller som et funksjonsuttrykk.
- ii) Med utgangspunkt i denne medlemsskapsfunksjonen, angi medlemsskapsfunksjonen for VVT og VT, for både menn og kvinner. Medlemskapsfunksjonen kan angis grafisk eller som et funksjonsuttrykk. For effekten av «Very very» og «Very» på medlemsskapsfunksjonen kan du benytte mekanismen i pensumartikkelen eller definere din egen.

Oppgave 4

Svar **Sant** eller **Usant** på følgende utsagn. Et feil svar gir 0 delpoeng.

Hvis du skriver en kort begrunnelse for svaret kan du få det delvis godkjent selv om svaret er feil.

- 1) De tre lagene i Kelso's abstraksjonsmodell for kognitive systemer er løst koblet til hverandre.
- 2) Rasjonalitetsprinsippet (Newell) sier at en agent som har kunnskap vil velge et passende mål (goal) for sin kunnskap.
- 3) De tre delsystemene i Model Human Processor er Perceptual system, Emotional System, Motor System
- 4) En sentral komponent i Soar er Recognize-Act syklusen.
- 5) Fitt's lov sier at tiden det tar å flytte en hand til et objekt er proporsjonal med størrelsen på objektet.
- 6) ACT-R er en arkitektur som kobler mentale funksjoner til anatomiske regioner i hjernen.
- 7) Den sentrale prosessoren i ACT-R er et produksjonssystem.
- 8) I ICARUS er kunnskapen om aksjoner og evnen til å utføre dem (skills) tett integrert i én modul.
- 9) I Brook's lagdelte arkitektur kan et høyere lag kontrollere lagene under.
- 10) I Brook's lagdelte arkitektur vil all input mottas av det høyeste laget som så aktiverer de andre.
- 11) I et biologisk nevron sender cellekjernen signal til dendrittene som aktiverer aksonene.
- 12) Et Perseptron kan kun lære funksjoner som har lineært separerbare input-verdier.
- 13) I CBR-systemet Creek er case-kunnskap og generell domenekunnskap adskilt i to kunnskapsbaser.
- 14) Systemiseringsprinsippet i analogiresonnering sier at 2. ordens relasjoner er viktigere enn 1. ordens relasjoner.
- 15) Medlemskapet i et fuzzy sett kan være både True og False samtidig.
- 16) Fuzzy sett teorien er en type statistisk sannsynlighetsteori.
- 17) Bayes formel gir sannsynligheten for en hypotese gitt input-parametrene ved å beregne et uttrykk der sannsynligheten for input-parametrene gitt hypotesen er et viktig element.
- 18) De tre nivåene i Endsley's modell for situasjonsforståelse er - lettere omskrevet:
i) persepsjon av nå-situasjonen, ii) forståelse av nå-situasjonen, iii) projisering av fremtidig status.
- 19) Hovedfokuset innen «Artificial General Intelligence» er å bygge systemer som overgår menneskers intelligens.
- 20) En forklarbar modell for et nevralt nett kan bygges ved å gi nettet forskjellige kombinasjoner av input-parametre og observere output for hver kombinasjon.

Institutt for (instituttamn)

Eksamensoppgåve i TDT4137 Kognitive arkitekturer

Fagleg kontakt under eksamen: Professor Agnar Aamodt

Tlf.: 92611144

Eksamensdato: 20. desember 2018

Eksamenstid (frå-til): 0900-1300

Hjelpemiddelkode/Tillatne hjelpemiddel: D/Kalkulator

Annan informasjon:

Målform/språk: Nynorsk

Sidetal (utan framside): 3

Sidetal vedlegg: 0

Informasjon om trykking av eksamensoppgåve	
Originalen er:	
1-sidig <input type="checkbox"/>	2-sidig <input type="checkbox"/>
svart/kvit <input type="checkbox"/>	fargar <input type="checkbox"/>
Skjema for fleire val? <input type="checkbox"/>	

Kontrollert av:

Dato

Sign

Kvar av dei 4 oppgåvene bidreg 25% til sluttresultatet for denne skriftelege eksamenen. Ingen av spørsmåla krev lange og utdjupande svar, forsøk å svara kort og «to the point».

Oppgåve 1

- a) To sentrale hypotesar i samband med kognitive system er «The Physical Symbol System Hypothesis» og «The Heuristic Search Hypothesis». Kva uttrykkjer desse hypotesane? Enkelte retningar innan kognitive system er kritiske til desse hypotesane. Kvifor?
- b) Skildre kort dei ulike paradigma for kognisjon som inngår i pensum, og kva som skil dei frå kvarandre. Gje eit døme på ein arkitektur frå kvart av paradigma, og grunnlegg kort kvifor han tilhøyrer akkurat det paradigmat.
- c) For å forstå og modellera kognitive system er det nyttig å analysera dei på fleire abstraksjonsnivå. Ein kjend modell er David Marr's 3-nivå modell. Skildre nivåa, korleis dei er kopla saman, og korleis modellen er tenkt nytta. Kva for eit av paradigma i b) ligg Marr's modell innanfor?
- d) Kva karakteriserer kunnskapsnivået i eit intelligent system? Kva er koplinga mellom kunnskapsnivået og intelligensen til eit system, iflg. Allen Newell?

Oppgåve 2

- a) Kva er ein kognitiv arkitektur, slik omgrepet vert brukt i dette faget? Gje òg ein definisjon av kognisjon, anten attgjeve frå pensumstoffet eller din eigen.
- b) Skildre det essensielle i arkitekturen Soar, med vekt på
 - i) Overordna arkitektur – gjerne som ein figur med kommentarar
 - ii) Kunnskapstypar og tilhøyrande minnestrukturar
 - iii) Problemløysingsprosess – hovudtrinna frå input til output
 - iv) Læringsprosess – kva lærast og korleis
- c) CLARION er ein annan arkitektur. Kva er essensielle likskapar med og skilnader frå Soar? Gje ei kort skildring av arkitekturen, med lista i)-iv) ovanfor som referanse.
- d) Kva er «The Standard Model» for kognitive arkitekturar, og kva for komponentar inneheld han? Vil CLARION kunna passa inn i den modellen? Viss ja, på kva for ein måte? Viss nei, kvifor ikkje?

Oppgave 3

- a) Kva er ein MOP, og kva er rolla dens i Schank's kognitive modell? Skisser strukturen i eit «Dynamic Memory» der MOP-er og case (events) er kopla saman. Bruk gjerne systemet Casey som døme.
- b) Skildre dei to trinna i MAC-FAC modellen, og korleis dei vert brukt i analogiresonerer.
- c) Kva vert meint med «hedges» i samband med fuzzy sett?
- d) Ei gruppe personar vart beden om å angje høgda til menn og kvinner, angjeve i cm, ved bruk av kategoriane:
Very very short (VVS), Very short (VS), Short (S),
Very very tal (VVT), Very tal (VT), Tal (T)

Her er resultatet for høgda til menn:

	Short			Tall		
	VVS	VS	S	T	VT	VVT
Definitely not	148	157	172	167	176	182
Possibly	137	143	157	179	189	198
Definitely	126	129	142	191	202	214

Og her for høgda til kvinner:

	Short			Tall		
	VVS	VS	S	T	VT	VVT
Definitely not	153	155	161	160	170	174
Possibly	135	143	149	173	181	191
Definitely	117	131	137	186	192	208

- i) Konstruer medlemskapsfunksjonen for den fuzzy variabelen Høgd for verdiane Short og Tall, for både kvinner og menn. Medlemskapsfunksjonen kan angjevast grafisk eller som eit funksjons-uttrykk.
- ii) Med utgangspunkt i denne medlemskapsfunksjonen, angje medlemskapsfunksjonen for VVT og VT, for både menn og kvinner. Medlemskapsfunksjonen kan angjevast grafisk eller som ein funksjon sin-uttrykk. For effekten av «Very very» og «Very» på medlemskapsfunksjonen kan du nytta mekanismen i pensumartikkelen eller definera din eigen.

Oppgave 4

Svar **Sant** eller **Usant** på følgjande utsegn. Et feil svar gjev 0 delpoeng.

Viss du skriv ei kort grunngjeving for svaret kan du få det delvis godkjent sjølv om svaret er feil.

- 1) Dei tre laga i Kelso's abstraksjonsmodell for kognitive system er løyst kopla til kvarandre.
- 2) Rasjonalitetsprinsippet (Newell) seier at ein agent som har kunnskap vil velja eit passande mål (goal) for kunnskapen sin.
- 3) Dei tre delsystemene i Model Human Processor er Perceptual system, Emotional System, Motor System
- 4) Ein sentral komponent i Soar er Recognize-Act syklusen.
- 5) Fitt's lov seier at tida det tek å flytta ein hand til eit objekt er proporsjonal med storleiken på objektet.
- 6) ACT-R er ein arkitektur som koplar mentale funksjonar til anatomiske regionar i hjernen.
- 7) Den sentrale prosessoren i ACT-R er eit produksjonssystem.
- 8) I ICARUS er kunnskapen om aksjonar og evna til å utføra dei (skills) tett integrert i éin modul.
- 9) I Brook's lagdelte arkitektur kan eit høgare lag kontrollera laga under.
- 10) I Brook's lagdelte arkitektur vil all input mottakast av det høgaste laga som så aktiverer dei andre.
- 11) I eit biologisk nevron sender cellekjernen signal til dendrittene som aktiverer aksonene.
- 12) Eit Perseptron kan berre læra funksjonar som har lineært separerbare input-verdiar.
- 13) I CBR-systemet Creek er case-kunnskap og generell domenekunnskap skilt i to kunnskapsbasar.
- 14) Systemiseringsprinsippet i analogiresonnering seier at 2. ordens relasjonane er viktigare enn 1. ordens.
- 15) Medlemskapen i eit fuzzy sett kan vera både True og False samstundes.
- 16) Fuzzy sett teorien er ein type statistisk sannsynlighetsteori.
- 17) Bayes formel gjev sannsynligheten for ein hypotese gjeven input-parametrane ved å berekna eit uttrykk der sannsynligheten for input-parametrane gjeve hypotesen er eit viktig element.
- 18) Dei tre nivåa i Endsley's modell for situasjonsforståing er - lettare omskrive:
i) persepsjon av no-situasjonen, ii) forståing av no-situasjonen, iii) projisering av framtidig status.
- 19) Hovudfokuset innan «Artificial General Intelligence» er å byggja system som overgår intelligensen til menneske.
- 20) Ein forklarbar modell for eit nevralt nett kan byggjast ved å gje netta ulike kombinasjonar av input-parametrar og observera output for kvar kombinasjon.

Department of (department)

Examination paper for TDT4137 Cognitive Architectures

Academic contact during examination: Professor Agnar Aamodt

Phone: +47 92 61 11 44

Examination date: December 20th 2018

Examination time (from-to): 0900-1300

Permitted examination support material: D/Calculator

Other information:

Language: English

Number of pages (front page excluded): 3

Number of pages enclosed: 0

Informasjon om trykking av eksamensoppgave

Originalen er:

1-sidig **2-sidig**

sort/hvit **farger**

skal ha flervalgskjema

Checked by:

Date

Signature

Each of the 4 problems contribute 25% to the final result for this exam.

None of the questions require a long and wordy answer, try to be brief and to the point.

Problem 1

- a) Two key hypotheses associated with cognitive systems are "The Physical Symbol Systems Hypothesis " and "The Heuristic Search Hypothesis ». What do these hypotheses express? Some directions within cognitive systems are critical to these hypotheses. Why?
- b) Briefly describe the different paradigms of cognition that are included in the curriculum, and what their differences are.
Give an example of an architecture from each of the paradigms, and justify why it belongs to that paradigm.
- c) In order to understand and model cognitive systems it is useful to analyze them on more abstraction levels. A famous model is David Marr's 3-level model. Describe the levels, how they are coupled and how the model is meant to be used.
Which of the paradigms in b) does Marr's model belong to?
- d) What characterizes the knowledge level in an intelligent system? What is the link between the knowledge level and a system's intelligence, according to Allen Newell?

Problem 2

- a) What is a cognitive architecture, as the term is used in this subject?
Also provide a definition of cognition, either reproduced from the curriculum or your own.
- b) Describe the essence of the architecture Soar, with emphasis on the
 - i) Overall architecture - preferably as a figure with comments
 - ii) Knowledge types and associated memory structures
 - iii) Problem-solving process - the main steps from input to output
 - iv) Learning process - what is learned and how
- b) CLARION is another architecture. What are essential similarities to and differences from Soar ?
Give a brief description of the architecture, with the list i)-iv) above as reference.
- c) What is the "The Standard Model" for cognitive architectures, and what components does it contain? Will CLARION fit into that model? If yes, in what way? If no, why not?

Problem 3

- a) What is a MOP, and what is its role in Schank's cognitive model? Sketch the structure of a “Dynamic Memory” where MOPs and cases (events) are linked. If you wish you may use the Casey system as an example.
- b) Describe the two steps in the MAC- FAC model and how they are used in analogy reasoning.
- c) What is meant by “hedges” in connection with fuzzy sets?
- d) A group of people was asked to enter the height of men and women, expressed in cm, using the categories:
 Very very short (VVS), very short (VS), short (S),
 Very very tall (VVT), Very tall (VT), Tall (T)

Here is the result for men's height:

	Short			Tall		
	V V S	V S	S	T	V T	V V T
Definitely not	148	157	172	167	176	182
Possibly	137	143	157	179	189	198
Definitely	126	129	142	191	202	214

And here for women's height:

	Short			Tall		
	V V S	V S	S	T	V T	V V T
Definitely not	153	155	161	160	170	174
Possibly	135	143	149	173	181	191
Definitely	117	131	137	186	192	208

- i) Construct the membership function of the fuzzy variable Height for the values Short and Tall, for both women and men. The membership function can be shown graphically or as a function expression.
- ii) Based on this membership fuction, show the membership function for VVT and VT, for both men and women. The membership function can be shown graphically or as a function expression. For the exact impact of "Very very" and "Very "on the membership function, you may use the mechanism in the syllabus article or define your own.

Problem 4

Answer **True** or **False** to the following statements. A wrong answer gives a 0 score, but if you attach a brief explanation to your answer you may get it partially approved even if the answer is not correct.

- 1) The three layers of Kelso's abstraction model for cognitive systems are loosely connected to each other.
- 2) The principle of rationality (Newell) states that an agent who has knowledge will choose an appropriate goal for its knowledge.
- 3) The three subsystems of the Model Human Processor are the Perceptual System, Emotional System, And Motor System
- 4) The Recognize-Act cycle is a key component of Soar.
- 5) Fitt's law states that the time it takes to move a hand to an object is proportional to the size of the object.
- 6) ACT-R is an architecture that connects mental functions to anatomical regions of the brain.
- 7) The central processor of ACT-R is a production system.
- 8) In ICARUS , the knowledge of actions and the skills to perform them are closely integrated into one module.
- 9) In Brook's layered architecture, a higher layer can control the layers below.
- 10) In Brook's layered architecture, all inputs will be received by the highest layer, which will activate the others.
- 11) In a biological neuron, the cell nucleus transmits signals to the dendrites that activate the axons.
- 12) A Perceptron can only learn features that have linearly separable input values.
- 13) In the CBR system Creek the case knowledge and general domain knowledge are separated in two different knowledge bases.
- 14) The systematicity principle in analog reasoning states that 2nd order relationships are more important than 1st order relationships.
- 15) Membership in a fuzzy set can be both True and False at the same time.
- 16) Fuzzy set theory is a type of statistical probability theory.
- 17) Bayes formula gives the likelihood of a hypothesis given the input parameters by using a formula where the probability of the input parameters given the hypothesis is an important element.
- 18) The three levels of Endsley's model of situation awareness are – slightly rephrased:
i) perception of the present situation, ii) understanding the current situation , iii) projection of future status.
- 19) The main focus within Artificial General Intelligence is to build systems that surpass human intelligence.
- 20) An explainable model for a neural network can be built by giving the network different combinations of input parameters and observing the output for each combination.

Students will find the examination results in Studentweb. Please contact the department if you have questions about your results. The Examinations Office will not be able to answer this.