

# INTELLIGENTSED SÜSTEEMID JA NEID VAJAVAD VALDKONNAD

# Tuletame meelde

- **Teadmine** on iga selline järjestatud paar, milles esimene paarilistest on teise paarilise tähiseks ja samas teine on esimese tähenduseks **ehk**
- Järjestatud paar  $\langle X, Y \rangle$  on **teadmine**, kui  $X$  ja  $Y$  on teineteisega tähiseks-tähenduseks olemise seoses, mida väljendab kirjutis  $X \int Y$  **ehk** kirjutis  $\langle X, Y \rangle \in \int$
- Teadmine  $\langle X, Y \rangle$  on **mittetriviaalne teadmine**, kui  $X \neq Y$

# Tuletame meelde

- *Teadmistega opereerimise* all mõistame niisuguste operatsioonide teostamist, mille operandide või resultaaside hulgas figureerivad teadmised, sh näiteks
- *teadmiste moodustamine*
- *teadmistes esinevate tähiste või tähenduste või neis esinevate komponentide väljaeraldamine nende seostamiseks vajalike tähiste või tähendustega*
- *teadmiste assotsieerimine tähiste või tähenduste või neis esinevate komponentide abil*
- *teadmiste hulkade või lausa teadmiste süsteemide moodustamine*
- *teadmiste kaotamine*
- ... ..

# Tuletame meelde

Süsteem on intelligentne **ehk** evib  
intellekti, kui ta on suuteline  
opereerima mittetriviaalsete  
teadmistega

# Tõsiasi on, et

- Valdkondi, milles toimetulek eeldab suutlikkust opereerida teadmistega, on tunduvalt enam, kui neid suudaks esitada üks või üksteist slaidi
- Seetõttu tuleb paratamatult valida, milliseid valdkondi saame etteantud piiride või mahtude juures esile tuua ja millistest valdkondadest ka veidi enam kõnelda
- Üks, võib-olla pisut ootamatu võimalus, on lähtumine USA õhujõudude peateaduri ametkonnast pärinevast dokumendist:

- **Report on Technology Horizons**

## **A Vision for Air Force Science & Technology**

### **During 2010-2030**

# USA Õhujõudude peateadur aastal 2010



**Werner J.A. Dahm**

**Chief Scientist of the U.S. Air Force**

# US Õhujõudude põhiülesannetest (Air Force Core Functions) tulenevad potentsiaalsed võimekusvaldkonnad (Potential Capability Areas (PCAs))

PCA1: Inherently Intrusion-Resilient Cyber Systems

PCA2: Automated Cyber Vulnerability Assessments and Reactions

PCA3: Decision-Quality Prediction of Behavior

PCA4: Augmentation of Human Performance

PCA5: Advanced Constructive Discovery & Training Environments

PCA6: Trusted, Adaptive, Flexibly-Autonomous Systems

... ..

PCA29: Persistent Space Situational Awareness

PCA30: Improved Orbital Conjunction Prediction

# Potentsiaalseid võimekusvaldkondi toetavad tehnoloogia võtmealad (Key Technology Areas Supporting Potential Capability Areas). Näide 1.

## **Key Technology Areas Supporting PCA1 (Inherently Intrusion-Resilient Cyber Systems):**

- ... ..
- Autonomous systems
- Autonomous reasoning
- Resilient autonomy
- Collaborative/cooperative control
- Decision support tools
- Automated software generation
- ... ..
- Automated reasoning and learning



# Potentsiaalseid võimekusvaldkondi toetavad tehnoloogia võtmealad (Key Technology Areas Supporting Potential Capability Areas). Näide 2.

## **Key Technology Areas Supporting PCA2 (Inherently Intrusion-Resilient Cyber Systems):**

- ... ..
- Autonomous systems
- Autonomous reasoning and learning
- Resilient autonomy
- Collaborative/cooperative control
- ... ..
- Decision support tools
- Information fusion and understanding
- ... ..
- Human behavior modeling... ..

# Potentsiaalseid võimekusvaldkondi toetavad tehnoloogia võtmealad (Key Technology Areas Supporting Potential Capability Areas). Näide 3.

## Key Technology Areas Supporting PCA3 (Decision-Quality Prediction of Behavior):

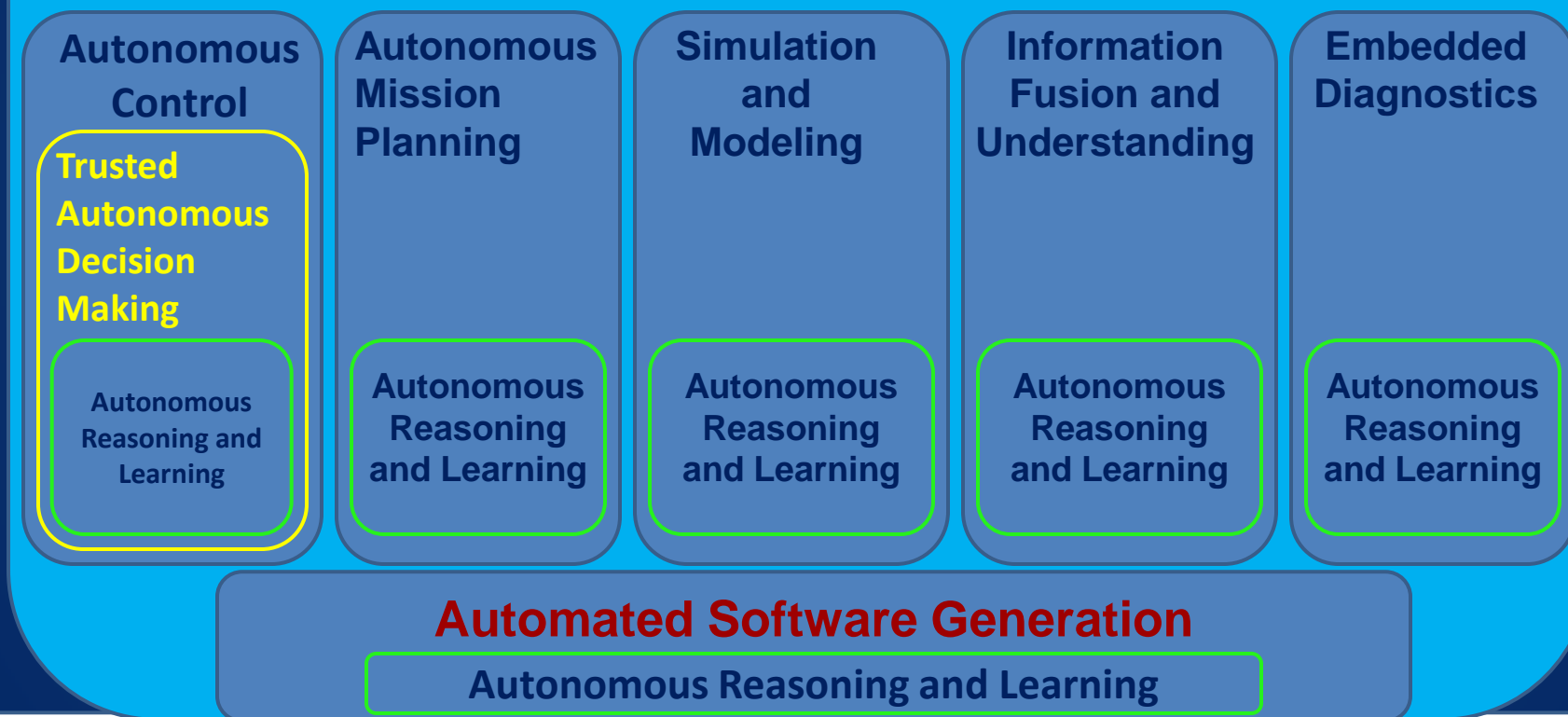
- ... ..
- Autonomous systems
- Autonomous reasoning and learning
- Resilient autonomy
- Collaborative/cooperative control ... ..
- Decision support tools
- ... ..
- Information fusion and understanding
- ... ..
- Human behavior modeling ... ..  
..... .. .

# potentsiaalseid võimekusvaldkondi toetavad tehnoloogia võtmealad (+ nimetamise korrad)

➤ Autonomous Systems	20
➤ Autonomous Control	13
➤ Trusted Autonomous Decision Making Systems	13
➤ Autonomous Mission Planning	13
➤ Simulation and Modeling	20
➤ Embedded Diagnostics	17
➤ Autonomous Reasoning and Learning	13
➤ Information Fusion and Understanding	13
➤ Automated Software Generation	4

# Tuletused (I): Intelligentsete süsteemidega seostuvate ja potentsiaalseid võimekusvaldkondi toetavate tehnoloogia võtmealade “topograafia”

## Trusted Autonomous Systems



# Tuletused (II): Intelligentsete süsteemidega seostuvate ning potentsiaalseid võimekusvaldkondi toetavate tehnoloogiate võtmealade neli tugisammast

- **Vahendid situatsioonide kirjeldamiseks** (sh sobivad individ-, predikaat- ja loogikasümbolid ning nendest võimalikult selgel ja rangel viisil koostatud tekstid)
- **Vahendid arutlemiseks** (sh n-ö reeglipärased üleminekusammud, mille abil saab liikuda lähtudes sellest, mis juba põhjendatud, järgmise, jälle põhjendatuks loetava juurde)
- **Vahendid tõepärasuse tuvastamiseks** (sh tõepärasust väljendavad hinnangud, selgelt esile toodud ja piiritletud asjad, millele neid hinnanguid omistada ja selge hindamisprotseduur)
- **Vahendid eelneva teostamiseks vajalike konstruktsioonide** (sh eeskirjad, protseduurid, algoritmid, programmid) **loomiseks**

# Tuletused (II.I): Intelligentsete süsteemidega seostuvate ning potentsiaalseid võimekusvaldkondi toetavate tehnoloogiate võtmealade esimese tugisamba küsimused

- Mis asjadega on meil tegemist
- Kas meie tähelepanu nõudvatel asjadel on omadusi, mida peaks silmas pidama
- Kas meie tähelepanu nõudvate asjade vahel on seoseid, mida tuleks esile tuua
- Neile küsimustele aitavad vastuseid leida näiteks **hulgateooria** ning **algebraaliste süsteemide teooria vahendid**

# Tuletused (II.II): Intelligentsete süsteemidega seostuvate ning potentsiaalseid võimekusvaldkondi toetavate tehnoloogiate võtmealade teise tugisamba küsimused

- Mis on see, milleni me arutluste abil jõuda soovime
- Mis on see, millest lähtudes, me arutlusi “üles ehitame”
- Mille abil ja kuidas toimub arutluste “üles ehitamine”
- Kuidas veenduda vastavate vahendite usaldusvääruses?
- Neile küsimustele aitavad vastuseid leida näiteks **tõestuste teooria vahendid**

# Tuletused (II.III): Intelligentsete süsteemidega seostuvate ning potentsiaalseid võimekusvaldkondi toetavate tehnoloogiate võtmealade kolmanda tugisamba küsimused

- Mis on see, mille tõepärasuses soovime veenduda
- Mis on see, mida kasutame tõepärasuse hinnanguna
- Mille abil ja kuidas toimub tõepärasust väljendava hinnangu andmine sellele, mille tõepärasust hinnata soovime
- Neile küsimustele aitavad vastuseid leida näiteks **(algebraaliste) mudelite teooria vahendid**



# Tuletused (II.IV): Intelligentsete süsteemidega seostuvate ning potentsiaalseid võimekusvaldkondi toetavate tehnoloogiate võtmealade neljanda tugisamba küsimused

- Kuidas jõuda mingit kindlat ülesehitust omavate asjade ülesehituse jälile?
- Mille abil ja kuidas toimub ülesehitust omavate asjade **ülesehitamine**?
- Neile küsimustele aitavad vastuseid leida näiteks **konstruktsioonide teooria, deduktiivsete süsteemide teooria, algoritmide teooria ning programmide sünteesi valdkonna vahendid**

# Veelkord usaldusväärsetest autonoomsetest süsteemidest

Autonoomsuse ehk võimekuse ise toime tulemiseks annavad süsteemile võimekus ise

- hankida teadmisi olukorrast enda sees ja enda ümber, varustades vajalike tähistega vastavaid asju nende omadusi ja asjadevahelisi seoseid ning leides ka tähendusi nt kirjeldustele
- kirjeldada olukordi enda sees ja enda ümber
- hinnata teadmiste ja kirjelduste paikapidavust
- tekitada teadmisi ja järeldusi olemasoleva ja saabuva kohta
- hinnata saadud teadmiste, järelduste ja nendeni jõudmise viiside usaldusväärsust
- modelleerida ja planeerida oma tegevusi ja arenguid
- õppida sellest, mis olnud ja sellest, mis olemas
- luua eelnimetatud asjade saavutamiseks vajalikud ja sobivad konstruktsioonid ja nende rakendamise viisid

# Ja mida oleme selle kursuse vältel püüdnud tundma õppida?

- seda, kuidas kirjeldada olukordi teadmiste, hulgateooria ning algebraliste süsteemide teooria valemite abil
- seda, kuidas hinnata kirjelduste paikapidavust valemite interpreteerimise abil
- seda, kuidas tekitada teadmisi ja järeldusi olemasoleva ja saabuva kohta loogiliste tuletussammude abil
- seda, kuidas hinnata saadud teadmiste, järelduste ja nendeni jõudmise viiside usaldusväärsust, kontrollides tuletussammude korrektsust
- seda, kuidas modelleerida olukordi, planeerida tegevusi ja arenguid, tuginedes sarnasuse tuvastamisele
- seda, kuidas luua eelnimetatud asjade saavutamiseks vajalikud ja sobivad konstruktsioonid ja kuidas konstruktsioone kasutada