

# Inteligență Artificială

## Cursurile 1-2

### Introducere, istoric, proiecte

Curs: Dan Cristea

Laboratoare: Ionuț Pistol (7 gr.), Mădălina  
Răschip (4 gr.), Marius Zbancioc (3 gr.), Diana  
Trandabăț (2 gr.)

# Rostul acestui curs

- Învățați să concepeți soluții în probleme de IA
- Deprindeți metode și tehnici de IA
- Proporția justă între ce știu și ce pot descoperi: gândiți – mai mult decât aflați!
- Dar dacă am nevoie de o informație, o găsesc!
- Un curs clădit în jurul unui proiect și nu invers
- Învăța din proiecte vechi!
- Inventează, propune noi proiecte!

# Conținutul cursului

- Introducere în domeniul IA (2 c.)
- Prezintă o problemă “grea”/”imposibil de rezolvat” (1-2 c.)
- Proiectează interactiv o soluție (4-6 c.)
- Prezintă alte metode de IA, o parte din ele având o legătură cu proiectul (restul de c.)

# Orar

- Cursuri
  - I3B Marți 8:00 – 12:00 (C112)
  - I3A Miercuri 8:00 – 12:00 (C112)
- Laboratoare
  - Pe paginile asistenților
- Consultații
  - Oricând mă găsiți la cabinet D.Cristea (511, et.3)

# Notarea

- Cerința minimă de promovare: 50 pct
- Nota: laborator (30 pct) + proiect (30 pct) + teza (30 pct)
- Posibil: 2-3 extemporale, pt bonus
- Nota finală rezultă în urma distribuției punctajelor pe curba lui Gauss

# Definiția IA

- *IA este știința, parte a informaticii, care proiectează sisteme artificiale cu comportament inteligent – adică sisteme ce manifestă proprietăți pe care în mod obișnuit le asociem cu existența inteligenței în comportamentul uman - înțelegerea limbajului, învățare, raționament, rezolvarea problemelor ș.a.m.d.*

Barr, Feigenbaum, 1981

Dar ce e inteligența?

...

# Definiția inteligenței

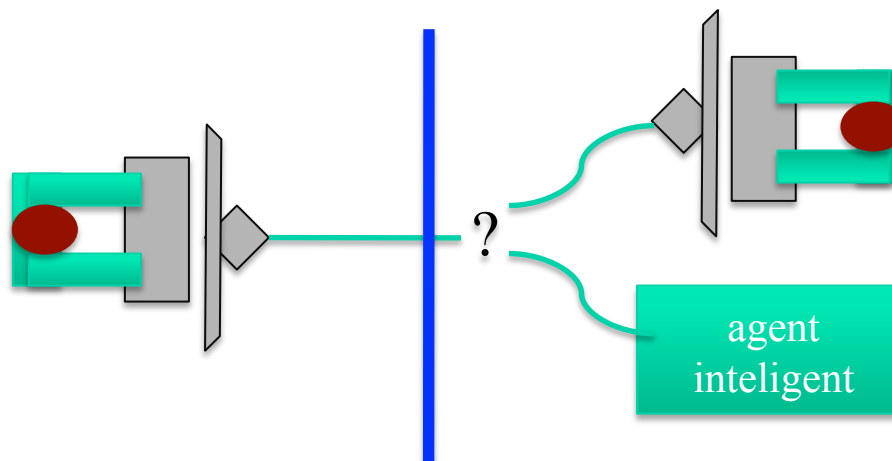
- Capacitatea individului de a se adapta și de a rezolva situații noi **pe baza experienței acumulate anterior**

Dicționarul Explicativ al Limbii Române (DEX)



# Inteligența Artificială (IA)

- Se preocupă de crearea de modele computaționale ale comportamentului inteligent (uman, dar nu numai)
  - programe care să se comporte (extern) similar
  - testul Turing



# Sisteme inteligente

- Sisteme care să aibă un comportament inteligent
  - interacționează cu mediul => sensibile la schimbări
  - comportament rațional => iau decizii (în corelație cu cunoștințele și credințele) pentru a-și îndeplini scopurile
  - învață => își îmbunătățesc comportamentul în timp
  - DAR: luarea de decizii nu înseamnă și decizii corecte (care duc la succes), dar cel puțin pot fi explicate

# Limitări (motive ale eșecului)

- Impuse de:
  - constrângeri de cunoaștere (limitări ale modelului)
  - constrângeri în acumularea de date de învățare (*AI bottleneck*)
  - constrângeri computaționale (ex: jocul de șah)
    - ➔ cel mai bun comportament în condițiile date

# Tezele IA

- **Computaționalismul** sau **teza tare a IA** (*strong artificial intelligence*): putem recrea o minte cu toate aspectele sale pe cale strict computațională
  - prin manipulare de simboluri și calcul, așa cum se întâmplă în orice calculator digital

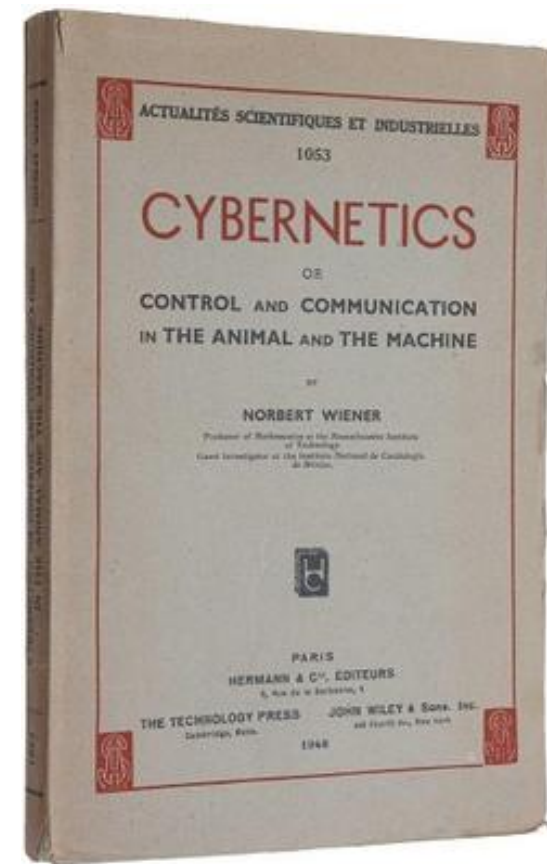
# Tezele IA

- **Teza slabă a IA** (*weak, cautious artificial intelligence*): putem simula doar anumite aspecte ale minții
  - calculatorul se dovedește doar un instrument cu care încercăm să avem o înțelegere mai apropiată de realitate a funcționării minții umane.

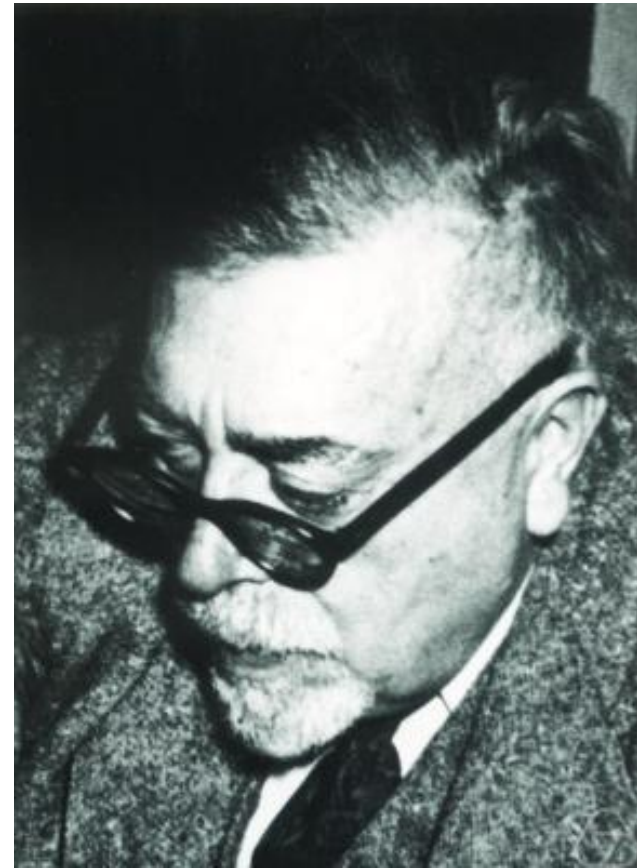
# Norbert Wiener (1894 – 1964)

Norbert Wiener: *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Paris, (Hermann & Cie) & Camb. Mass. (MIT Press); 1948, 2nd revised ed. 1961

Explică noțiunea de *feedback*, inspirată din studiul sistemelor vii (biologie), cu aplicații în inginerie, economie, control automat – automatică, știința calculatoarelor, neuroștiință, organizarea societății.



# Norbert Wiener



# Alen Mathison Turing (1912 – 1954)

Turing, A.M. (1950), Computing machinery and intelligence, *Mind*, Vol. 59, pp. 433-460.

Articolul poate fi găsit [aici](#).

Turing: 1912-1954, University of Manchester,  
National Physical Laboratory, Government Code  
and Cypher School (Britain's code-breaking  
centre), University of Cambridge



# Alen Turing



# Programarea în IA

- 1951: primele programe de IA la Univ. Manchester pe o mașină Ferranti Mark 1
  - draughts/checkers/dame de Christopher Strachey
  - un program de șah de Dietrich Prinz
- 1955: *Symbolic reasoning* și *Logic Theorist* de Allen Newell (laureat Nobel mai târziu) și Herbert Simon.
  - *Logic Theorist* va demonstra 38 dintre primele 52 teoreme din cartea lui Russell and Whitehead *Principia Mathematica*.



# Sintagma “Inteligență Artificială”

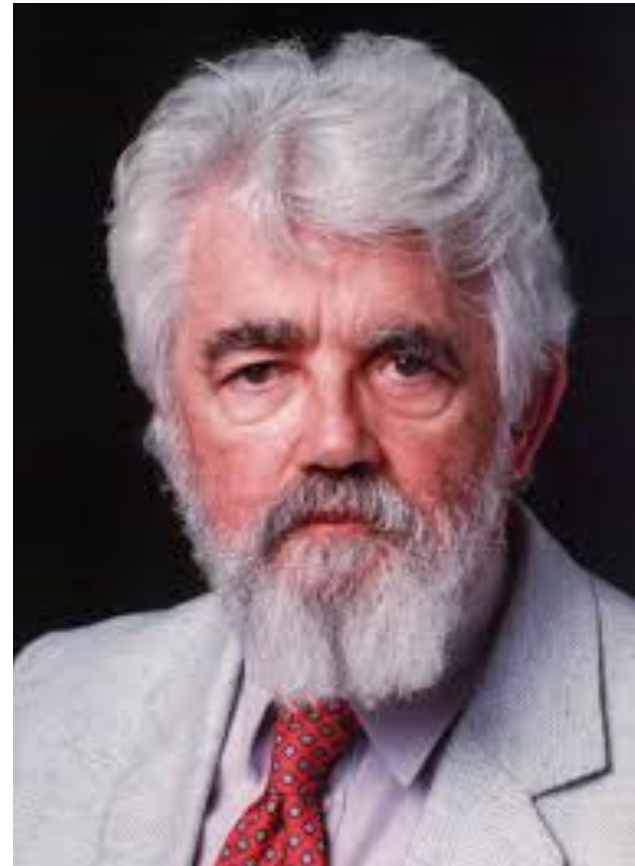
- 1956: Conferința de la Dartmouth College, Hanover, New Hampshire, SUA, adoptă “*Artificial Intelligence*”
- Părinții fondatori: John McCarthy, Marvin Minsky, Allen Newell, Herbert A. Simon.

# Anii de aur 1956-1974

- Raționament prin logică
  - demonstrarea teoremelor: se credea că vor putea fi folosite în modelarea raționamentului de bun simț (*common-sense*) => John McCarthy, Patrick Hayes
  - mai târziu: prea rigid, imposibil să modeleze incertitudinea

# John McCarthy (1927 – 2011)

- Profesor la MIT și Stanford University
- Lisp – limbajul natal al IA
- garbage collection
- ...



# John McCarthy

- 1959: inventează limbajul Lisp (*garbage collection*) și contribuie la standardul ALGOL
- 1961: puterea de calcul va fi vândută în viitor ca apa și electricitatea (*utility business model*) => provider de servicii web, *grid and cloud computing*
- Inventează modelul de *time-sharing* fără de care nu ar fi fost posibil nimic în IT-ul modern
- 2001: scrie povestioara "*The Robot and the Baby*" => pot avea/simula roboții sentimente

# Anii de aur 1956-1974

- Raționament prin căutare
  - soluția găsită într-un spațiu al stărilor
    - Newell și Simon: "*General Problem Solver*"
    - Ross Quillian: propune rețele semantice în prelucrarea limbajului natural
  - 1965, Simon: "*Machines will be capable, within twenty years, of doing any work a man can do.*"
  - 1970, Minsky: "*In from three to eight years we will have a machine with the general intelligence of an average human being.*"

# Anii de aur 1956-1974

- LISP
  - 1958, John McCarthy: limbajul nativ al IA
    - calcul simbolic, nu numeric
    - structura de date: lista
    - conceptul de programare funcțională: a rezolva o problemă = a apela o funcție
    - *garbage collection*
- ELIZA – primul *chatbot*
- Fonduri importante în SUA și Marea Britanie



# Prima iarnă a IA: 1974-1980

- Intructabilitate: se dovedește că multe probleme în sfera IA sunt NP-complete
- Limitare hard: calculatoarele nu au suficientă memorie și viteză de calcul pentru a realiza ceva cu adevărat util din sfera IA
- A copia raționamentul de bun-simț: enorm de multă informație despre lume, un mecanism de raționament în condiții de incertitudine
- Fondurile sunt tăiate!

# Iarna 1974-1980

- Paradoxul lui Moravec, Brooks, Minsky
  - contrar presupunerilor tradiționale, raționamentul de nivel înalt necesită puține resurse de calcul, pe când abilitățile de nivel jos necesită enorme resurse de calcul.
  - Moravec: *"it is comparatively easy to make computers exhibit adult level performance on intelligence tests or playing checkers, and difficult or impossible to give them the skills of a one-year-old when it comes to perception and mobility."*
  - Pinker (*The Language Instinct*): *"As the new generation of intelligent devices appears, it will be the stock analysts and petrochemical engineers and parole board members who are in danger of being replaced by machines. The gardeners, receptionists, and cooks are secure in their jobs for decades to come."*

# Boom-ul anilor 1980-1987

- Momentul de glorie al sistemelor expert (MYCIN, DENDRAL, XCON, PROSPECTOR):
  - capabile să reproducă raționament uman în situații specifice (diagnostic medical, identificarea compușilor chimici, depistarea fraudelor bancare, determinarea zăcămintelor miniere)
  - piața de IA: peste 1 mld dolari
- Reapar finanțările
  - Japonia: proiectul generației a V-a (Prolog)
  - SUA: reacționează investind masiv în programe de cercetare în IA

# A doua iarnă: 1987-1993

- Critici aduse sistemelor de raționament bazat pe reguli
  - sunt incapabile să se adapteze la noi cerințe/situații
  - nu pot raționa în condiții de incertitudine (parțial adevărat: v. raționament fuzzy bazat de reguli)
- 1987: eșecul de piață al mașinii Lisp  
(computerele de uz general sunt mai puternice și mai ieftine)
- Generația a V-a de calculatoare nu a convins
- Din nou fondurile sunt retrase!

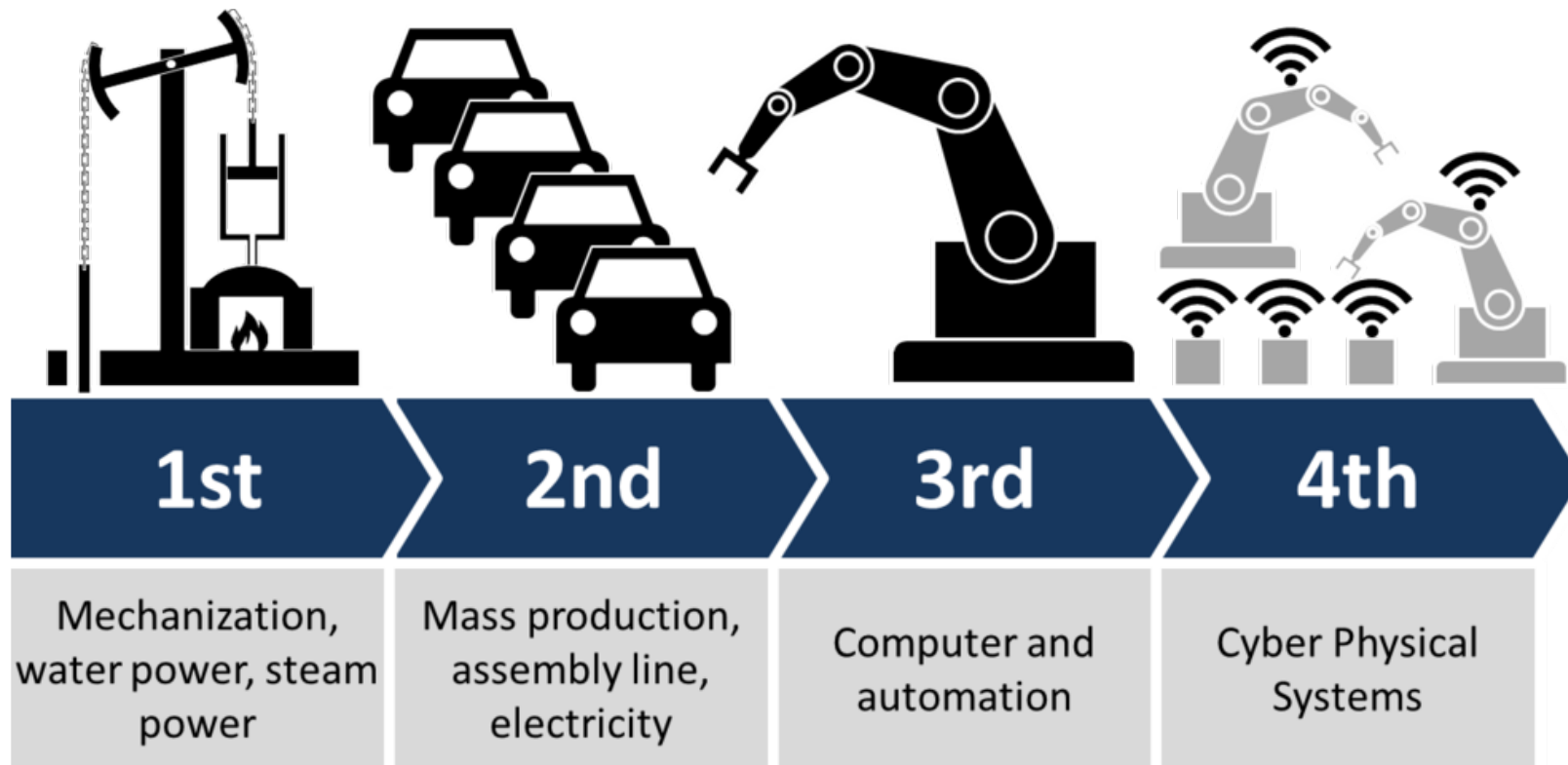
# Ultimii ani...

- Puterea de calcul a crescut formidabil...
- 1996: Deep Blue (IBM) îl învinge pe Gary Kasparov
- Rob-Cup
- data mining, big data
- Google Car

# Noi sintagme ale domeniului IA

- *Cyber Physical Systems (CPS)*
  - sisteme mobile dotate cu rețele de senzori, montate pe mecanisme inteligente, roboți
  - *sensor-based communication-enabled autonomous systems:*
    - rețele de senzori wireless monitorizează aspecte de mediu trimițând date la un nod central
    - sisteme automotive autonome
    - monitorizări medicale
    - sisteme de control a proceselor
    - robotică distribuită
    - pilotarea automată a avioanelor

# *Industry 4.0* – cea de a 4-a revoluție industrială



# Principiile *Industry 4.0*

- Interoperabilitate:
  - abilitatea mașinilor, echipamentelor, senzorilor și a oamenilor de a se conecta și a comunica via *Internet of Things* (IoT) sau *Internet of People* (IoP).
- Transparență informațională:
  - abilitatea sistemelor informaționale de a crea o copie virtuală a lumii fizice prin dotarea uzinelor digitale cu date culese de senzori

Industrie 4.0 este un proiect finanțat de Guvernul Germaniei, după 2013



# Principiile *Industry 4.0*

- Asistență tehnică:
  - abilitatea CPSs de a asista omul, fizic sau decizional
- Decizii decentralizate:
  - abilitatea CPSs de a lua decizii independent, ca sisteme autonome; numai în cazuri de excepții, interferențe sau scopuri conflictuale, sarcinile sunt delegate pe niveluri superioare

metode de autooptimizare, autoconfigurare,  
autodiagnostic, suport inteligent acordat  
operatorilor umani în munca lor tot mai complexă

# Noi sintagme ale domeniului IA

- *Smartdust (intelligent dust)*
  - sisteme formate din foarte multe microsisteme electromecanice (MEMS) – senzori, roboți și alte tipuri de dispozitive – care pot detecta: lumina, temperatura, vibrații, magnetism, elemente chimice etc.
  - aplicații militare etc.

1998, University of California, Berkeley: senzori wireless cu volum de 1 mmc (mote). În prezent:  $< 1 \mu\text{m}$ .  
The Ultra-Fast Systems => nanoelectronics => smart specks.

# Noi sintagme ale domeniului IA

⇒ Calcul ubicuu (*ubiquitous/pervasive computing*)

⇒ *Internet of Things* (IoT)

Rick Belluzo (1996: general manager of Hewlett-Packard)  
"[pervasive computing is] the stage when we take computing for granted. We only notice its absence, rather than its presence.

# IA – o amenințare?

- Elon Musk, directorul executiv Tesla și SpaceX:
  - „Concurența pentru superioritatea în inteligență artificială va fi cea mai probabilă cauză a celui de-al III-lea război mondial”
- Reacție la Vladimir Putin:
  - „inteligența artificială este viitorul întregii omenirii, nu numai al Rusiei”. „Oricine va fi stăpân în această sferă va deveni conducătorul lumii”.

# Proiectele cursului de IA

- 2003-2004: Simularea unui joc de fotbal
- 2004-2005: Sistem de traducere automată – modelul de transfer
- 2005-2007: PhiSociety – societăți primitive de agenți inteligenți în competiție
- 2007-2008: Casa inteligentă
- 2008-2009: Avatar uman vorbitor
- 2009-2010: Extragere de conținut semantic din texte
- 2010-2012: *Companion*
- 2012-2013: *Let's talk about books!*
- 2013-2014: *MappingBooks: Let's jump out of the book!*
- 2014-2015: *MyDailyLife*
- 2015-2016: Modelarea conștiinței
- 2016-2017: Chat Bot

# Cum este organizată activitatea?

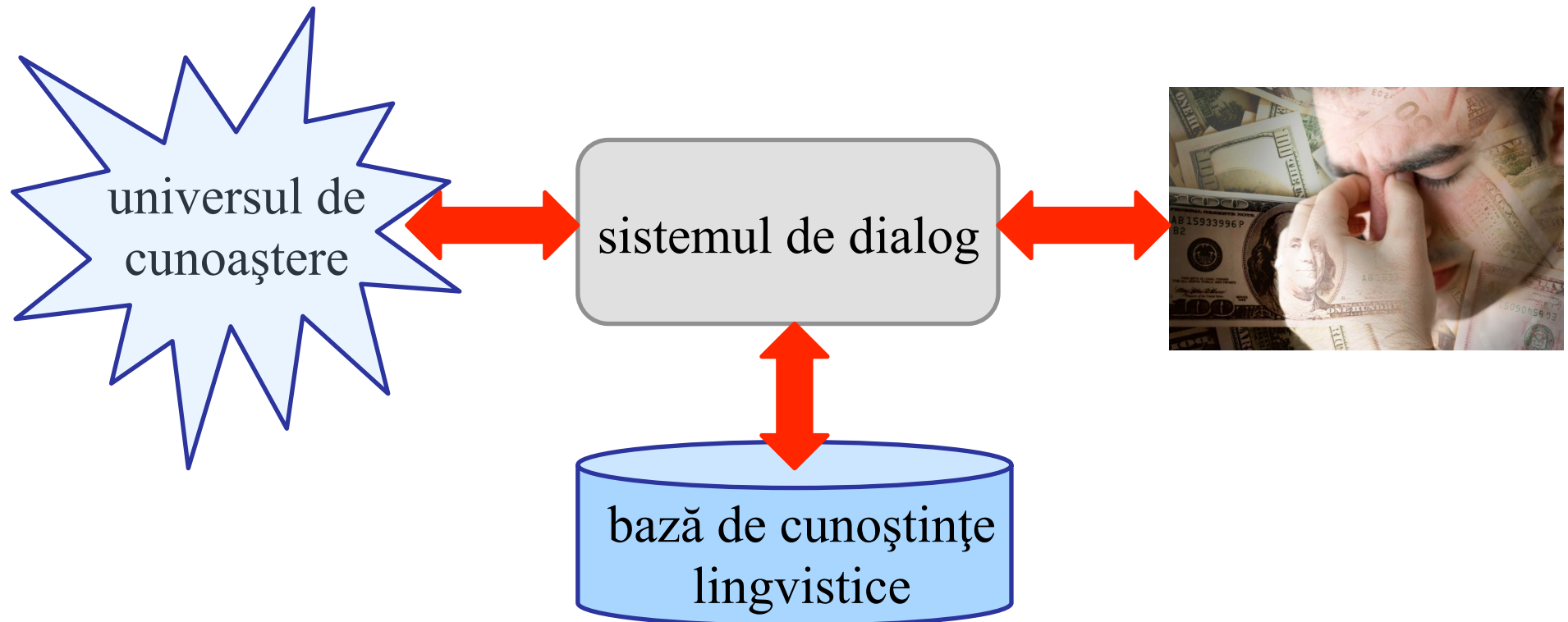
- Clasa împărțită => două proiecte
- Ambele proiecte cu aceeași arhitectură (module)
- Fiecare modul: o grupă de studenți
- O echipă comună în ambele proiecte: specificațiile standardelor inter-module, evaluarea, paginile proiectului
- Notația per student = o medie a 3 scoruri: personal, echipa, sistemul
- Prezentări competitive la sfârșit de semestru
- Cele mai bune soluții prezentate în conferințe
- Cel puțin o lucrare de diplomă legată de tema proiectului
- Participarea în competiții...

# Proiectul seriei 2008-2009

- Realizarea unui sistem de realitate virtuală capabil să citească expresiv un text
  1. componentă de interpretare emoțională a unui text
  2. componentă de modelare somatică a unui cap expresiv (schelet, mușchi, piele, decorațiuni)
  3. componentă de modelare a mișcărilor buzelor
  4. componentă de modelare a expresivității feței
  5. componentă text-vorbire
  6. integrarea într-un sistem

# Proiectul seriei 2009-2010

- Help-desk inteligent (dialog în limbaj natural asupra unui univers al discursului)





# Proiectul seriei 2009-2010

## extragere de conținut semantic din texte

- Sistemul trebuie să fie capabil să suporte un dialog asupra informațiilor conținute într-un text
  1. lanț de preprocesare a textului: împărțirea în cuvinte, segmentarea în fraze/propoziții, etichetarea la parte de vorbire a cuvintelor, recunoașterea grupurilor nominale
  2. recunoașterea entităților de discurs
  3. recunoașterea relațiilor de natură semantică dintre entități
  4. integrarea relațiilor într-o ontologie
  5. procesarea întrebărilor adresate ontologiei

# 2010-2012: Companion

## Help your master in any situation

- An idea of Prof. Yorik Wilks, Universities of Sheffield & Oxford – two times participant in **EUROLAN**
  - an intelligent agent capable to:
    - “understand” the situation you happen to be in
    - serve you according to the necessities of this situation

# Example of behaviour of a Companion

## Help Your Master in Any Situation

### HYMAS

A day of Michael's life

21 September 2012



Hymas on Youtube

Part of the slides were presented at the  
International Create Challenge  
Competition, Sept. 2012, Martigny,  
<http://www.createchallenge.org/about-icc>

# Michael

Michael is a researcher in IDIAP – Martigny.  
He lives in Lausanne and drives his car to reach  
his office daily.

# William

William is the director of an institute in Zurich.

Michael is a member of a project lead by William.

# Dan

Dan is a professor in Iași.

He and Michael are very good friends, but they see each other rather rarely.

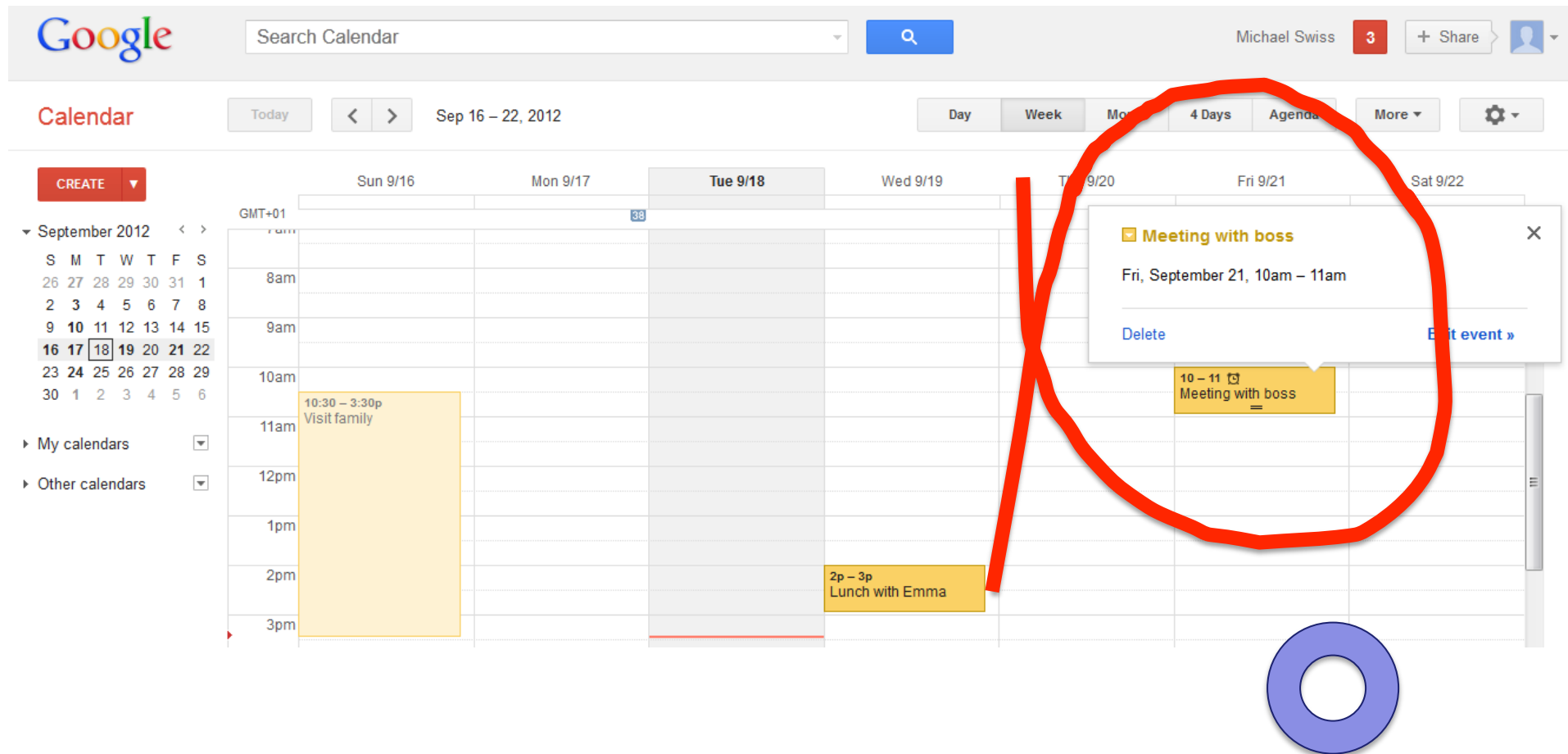
## **Situation 1**

14 September – a week ago

William fixes a project meeting.

He uses a Google calendar (shared by the members of the project) to post the details of the meeting, while also using other channels of dissemination.

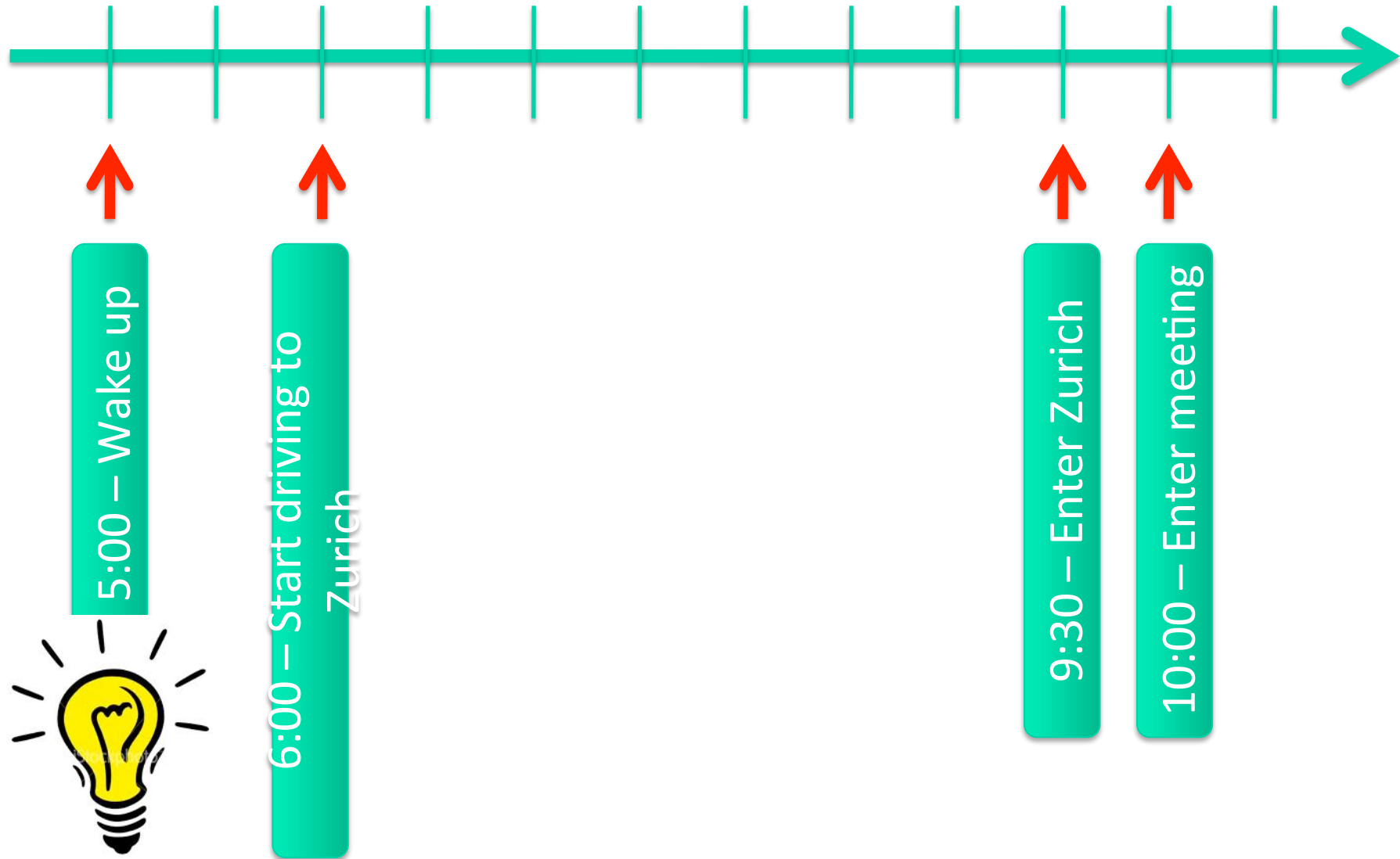
# The event notice arrives in Michael's calendar



Michael's Google calendar



# Michael's Hymas builds a plan...





## ACTION: set alarm

- For 21 September
- At 5:00 am

NOTIFICATION: alarm set for 5:00 in the morning of 21 Sept.



Michael's mobile

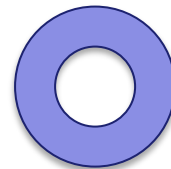
## 21 September – 1:35 am, Zurich

- An ambulance is running in the night...
- William had a diabetes stroke
- He knows it would be too late to cancel the meeting in the morning
- So, he uses the Hymas network, distributing a message...

William to all:  
Meeting on 21 September  
10:00 am cancelled  
Apologies...

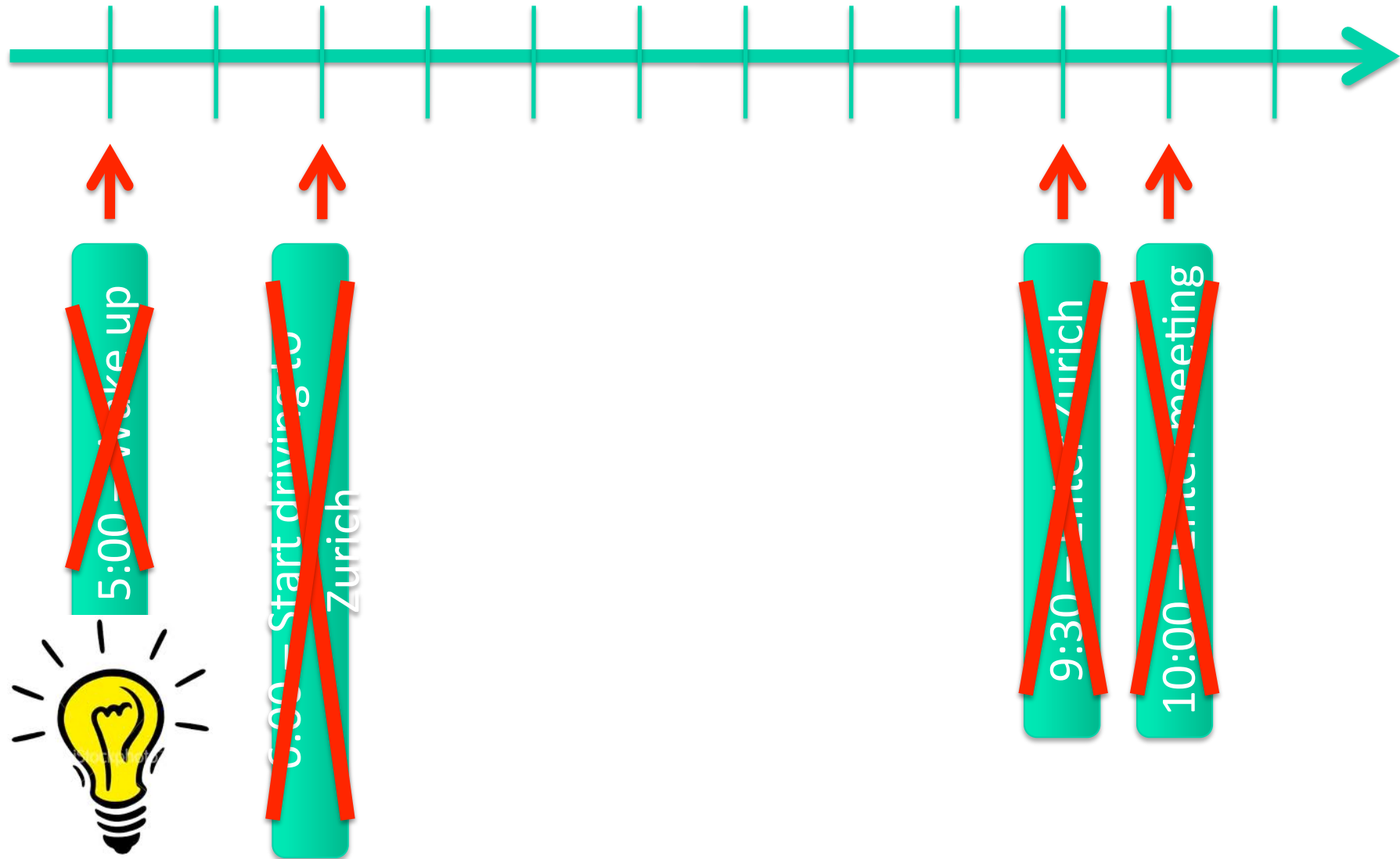
21 September – 1:35 am,  
Lausanne

- Message received by Michael' s Hymas...



Michael' s mobile

Michael's Hymas destroys the plan...



ACTION: reset alarm for 21  
September at 5:00 am



ACTION: Acknowledge  
Master when awoken:

Alarm for 5:00 reset!

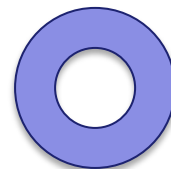


Michael's mobile

# Situation 2

21 September – 7:35 am, Lausanne

- Jane, Michael's girl friend, wants to make a surprise to her friend
- She instructs her Hymas to send to his Hymas Amy Winehouse's "You Know I'm No Good"
- Michael is doing his morning jogging
- His Hymas seizes this activity → the jogging situation is triggered
- It streams the piece indicated by a friend onto his mobile



Michael's mobile



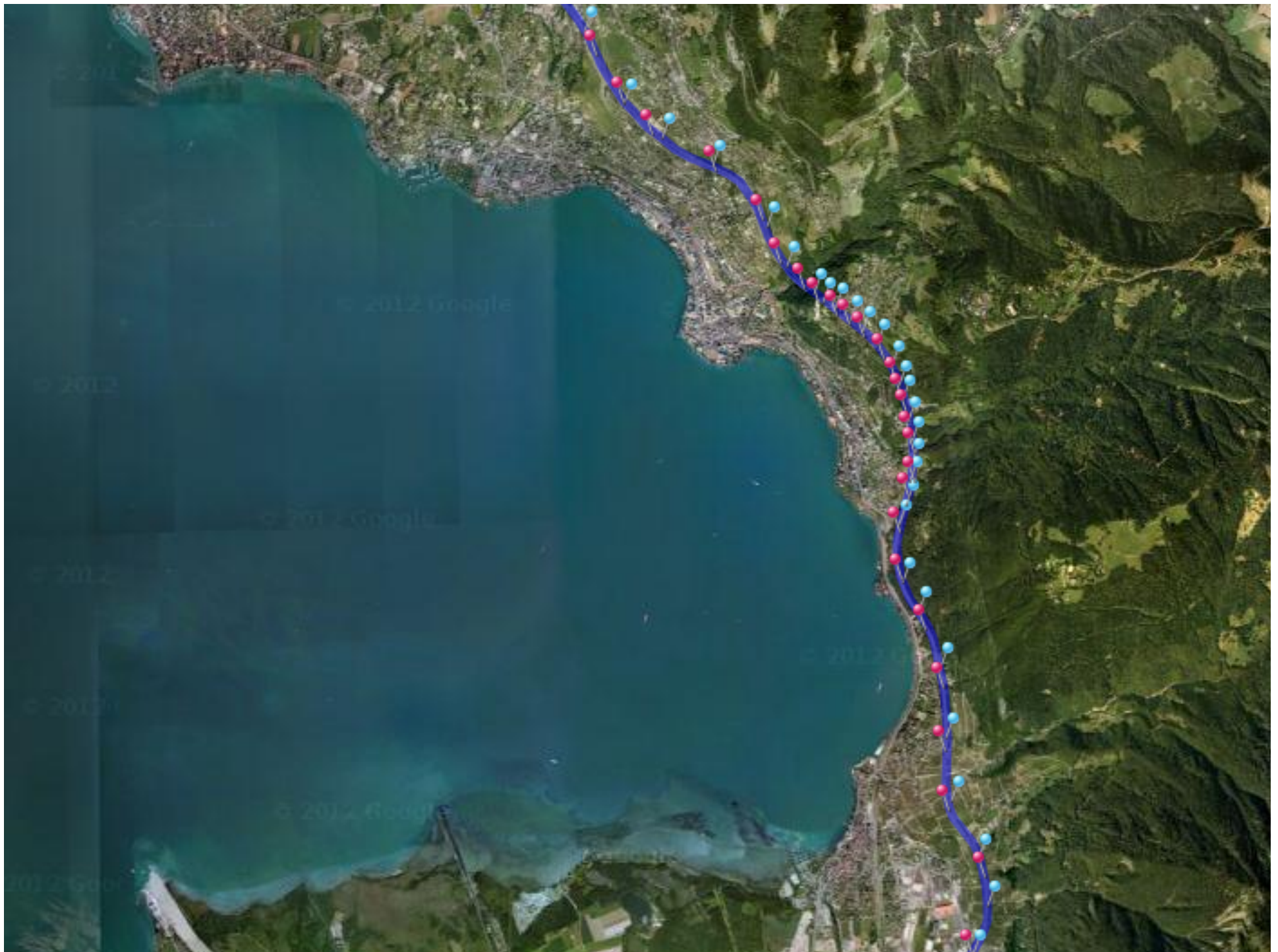
# Situation 3

## 21 September – 8:15 am

- At about this time Michael usually leaves home to go by car to his office
- He drives from Lausanne to Martigny, IDIAP
- His Hymas recognises the driving situation and correlates with the time and the learned working day activity →  
`morningDriveFromHomeToOffice`
- It sends an interrogation message to other Hymasses in the traffic and gets data...



Michael's mobile

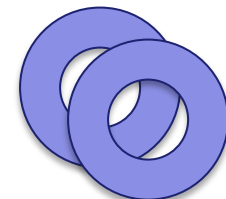


# Situation 4

21 September – 5:35 pm

- Dan, Michael's good friend, is living in Iași
- This afternoon he has arrived in Martigny
- His Hymas recognises the stoppedInANewCity situation
- Both Hymases know their Masters haven't meet for more than a year
- Dan and Michael receive notifications that they are in the same city

Dan's mobile



Michael's mobile