

第二届全国智能信息处理学术会议

智能信息处理的 研究进展

史忠植

shizz@ics.ict.ac.cn

智能信息处理重点实验室
中国科学院计算技术研究所



中科院计算所
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY

内容提要

1 引言

2 认知计算

3 语义计算

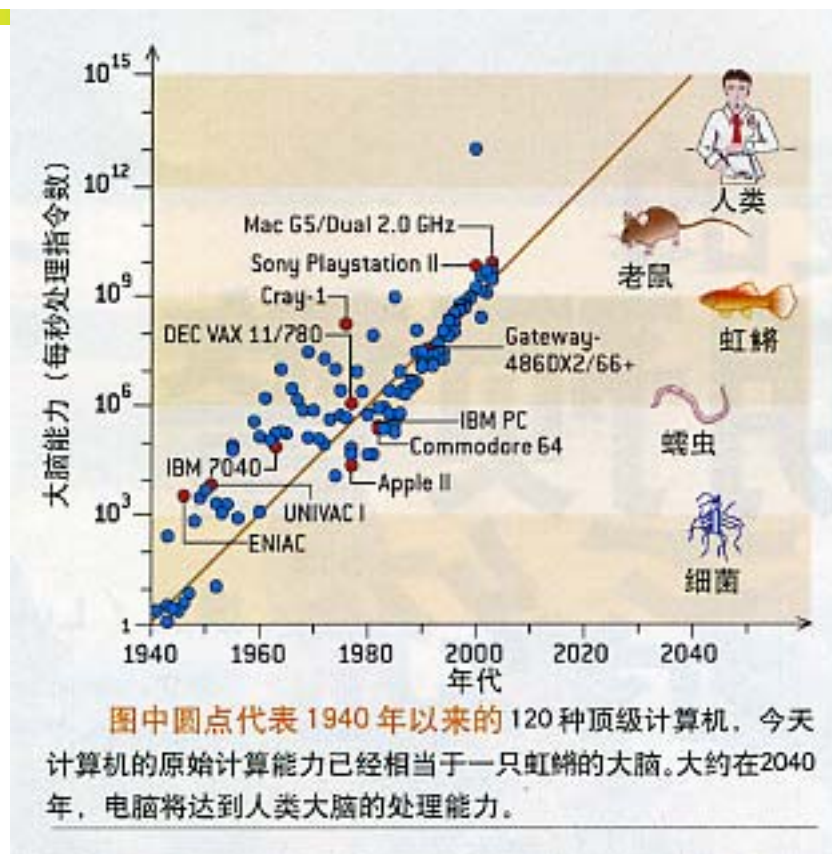
4 服务计算

5 协同决策

6 展望

重大挑战

经过60多年的发展，计算机的运算速度达到几百万亿次，但是其智能水平极为低下。研究机器的高性能与人的高智能相结合，成为探索信息处理的高效能的有效途径。开展类脑计算机的研究并取得突破性进展，将对我国经济和社会可持续发展，国家安全和国防建设，信息产业的提升等带来重要的推动作用。

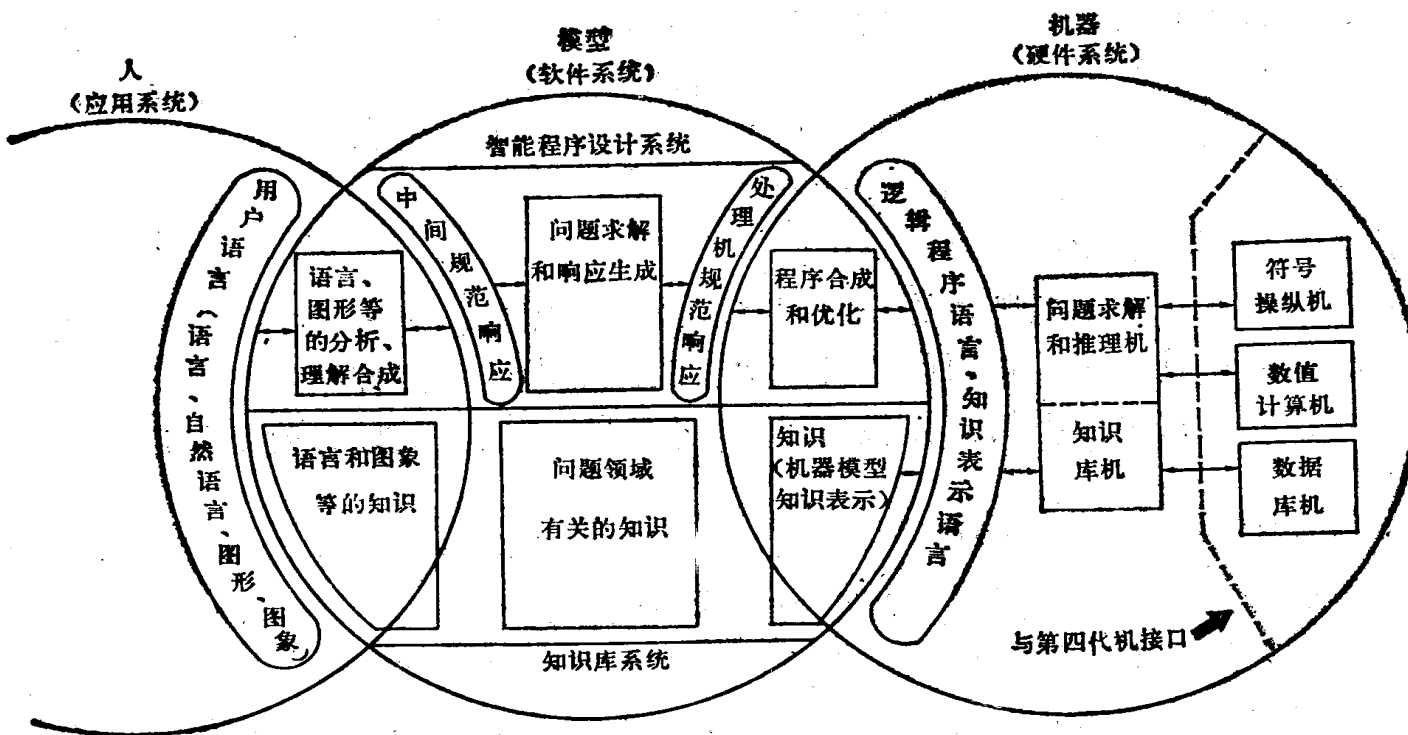


Cite from 《Scientific American》, 2005 (3)

知识信息处理

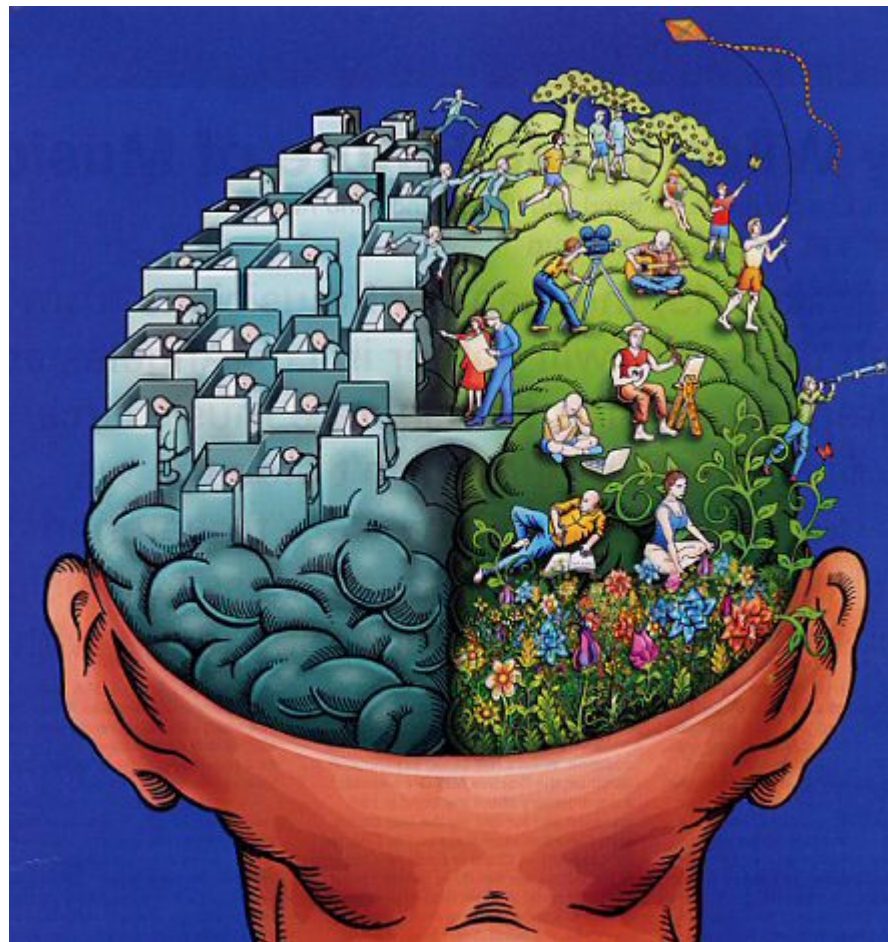
20世纪80年代是人工智能的辉煌时代

日本提出五代机计划：知识信息处理系统



智能信息处理

- 20世纪90年代末，提出**智能信息处理**。
- 2000年IFIP召开WCC国际会议，其中**智能信息处理国际会议**
- **2000年成立中科院智能信息处理重点实验室**



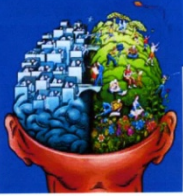
智能信息处理相关实验室



- **信息科学与技术国家实验室 (清华大学)**
- **模式识别国家重点实验室 (自动化所)**
- **CAD&CG国家重点实验 (浙江大学)**
- **虚拟现实技术国家重点实验室 (北航)**
- **计算机科学国家重点实验室 (软件所)**
- **机器人学国家重点实验室 (沈阳自动化所)**
- **机器感知与智能教育部重点实验室 (北京大学)**
- **上海市智能信息处理重点实验室 (复旦大学)**
- **智能信息处理教育部教育部重点实验室 (北京理工)**
- **智能信息处理研究所 (山西大学)**
- **云南省高校智能信息处理重点实验室 (云南师范大学)**
- **符号计算与知识工程教育部重点实验室 (吉林大学)**
- **图象信息处理与智能控制教育部重点实验室 (华中科技大学)**
- **南开大学智能信息处理实验室**
- **中国矿业大学智能信息处理实验室 (中国矿业大学)**

智能科学 Intelligence Science

Connecting Great Minds



Call For Book Proposal on Intelligence Science

Special Advisors
 Marvin Minsky (USA)
 Shun-ichi Amari (Japan)
 Wenjun Wu (China)
 Lotfi A. Zadeh (USA)

Chief Editor
 Zhongzhi Shi

Editorial Board
 Grigoris Antoniou (Greece)
 Lin Chen (China)
 Aike Gao (China)
 Werner Horn (Austria)
 Takeshi Kaneko (Japan)
 Ruqian Lu (China)
 Yuejia Luo (China)
 Eunika Mercier-Laurent (France)
 Aditya Murthy (India)
 Da Ruan (Belgium)
 Benjamin Wah (USA)
 Yingcui Wang (Canada)
 Sunil Vadera (UK)
 Jong Chul Ye (Korea)
 Naming Zheng (China)
 Ning Zhong (Japan)
 Yixin Zhong (China)


Series on Intelligence Science

Aims and Scope
 Intelligence science is an interdisciplinary subject dedicated to joint research on the basic theory and technology of intelligence among the fields of brain science, cognitive science, and artificial intelligence. Brain science explores the essence of the brain, and conducts research on principles and models of natural intelligence at the molecular, cellular, and behavioral levels. Cognitive science studies human mental activity, such as perception, learning, memory, thinking, consciousness, etc. In order to implement machine intelligence, artificial intelligence is concerned with the simulation, extension, and expansion of human intelligence using artificial methodologies and technologies. Research scientists from these three disciplines work together to explore new concepts, theories, and methodologies in order to create a successful and brilliant future in the modern 21st century.

Aims of Series on Intelligence Science
 The Series on Intelligence Science will reflect the most updated progress and achievements in intelligence science. It provides a platform for scientists to exchange new ideas and share knowledge so as to promote cross-research between brain science, cognitive science, and artificial science.

Areas of particular interest encompass:

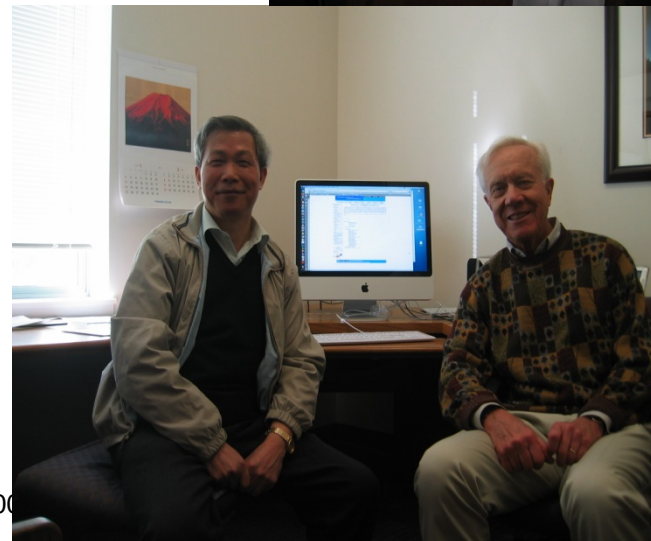
- Cognitive neuroscience
- Perception
- Memory
- Linguistic cognition
- Learning
- Thought
- Emotion
- Nature of consciousness
- Mind modeling
- Intelligent systems



World Scientific
www.worldscientific.com

ICP Imperial College Press
www.icpress.co.uk

Preferred Publisher of Leading Thinkers



内容提要

1 引言

2 认知计算

3 语义计算

4 服务计算

5 协同决策

6 展望

环境感知



Old Suzhou



Copenhagen

环境感知

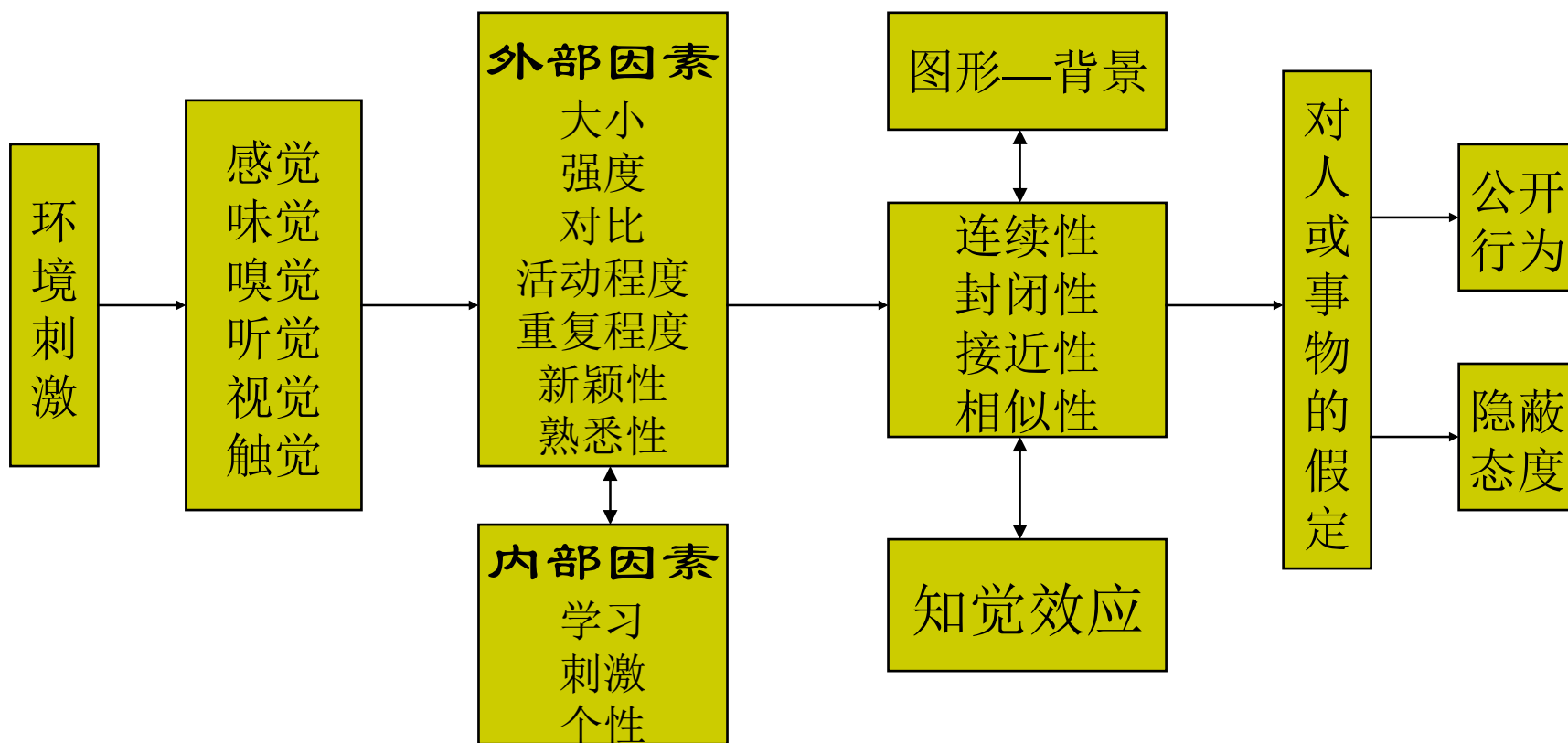
观察

选择

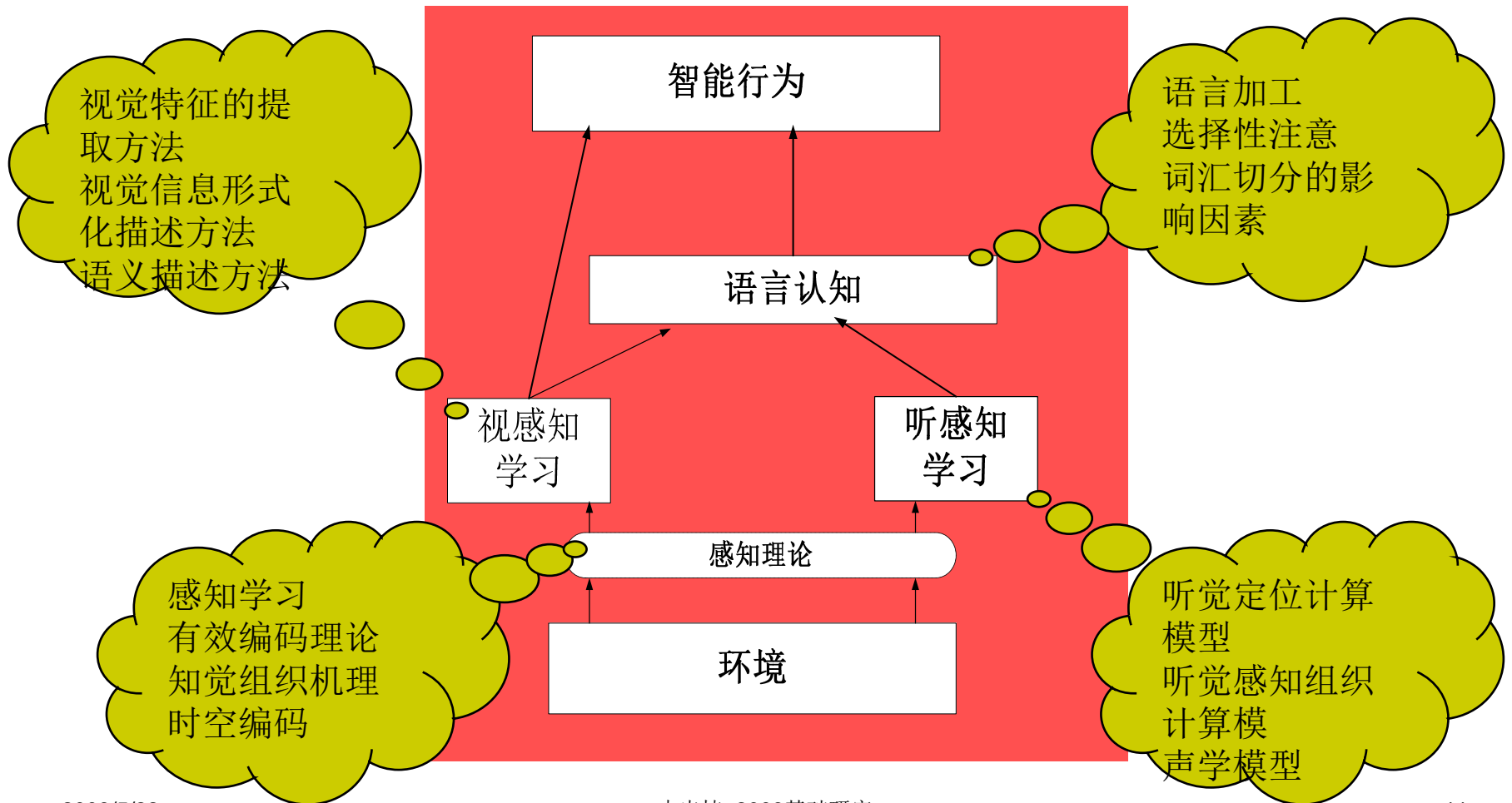
组织

解释

反应



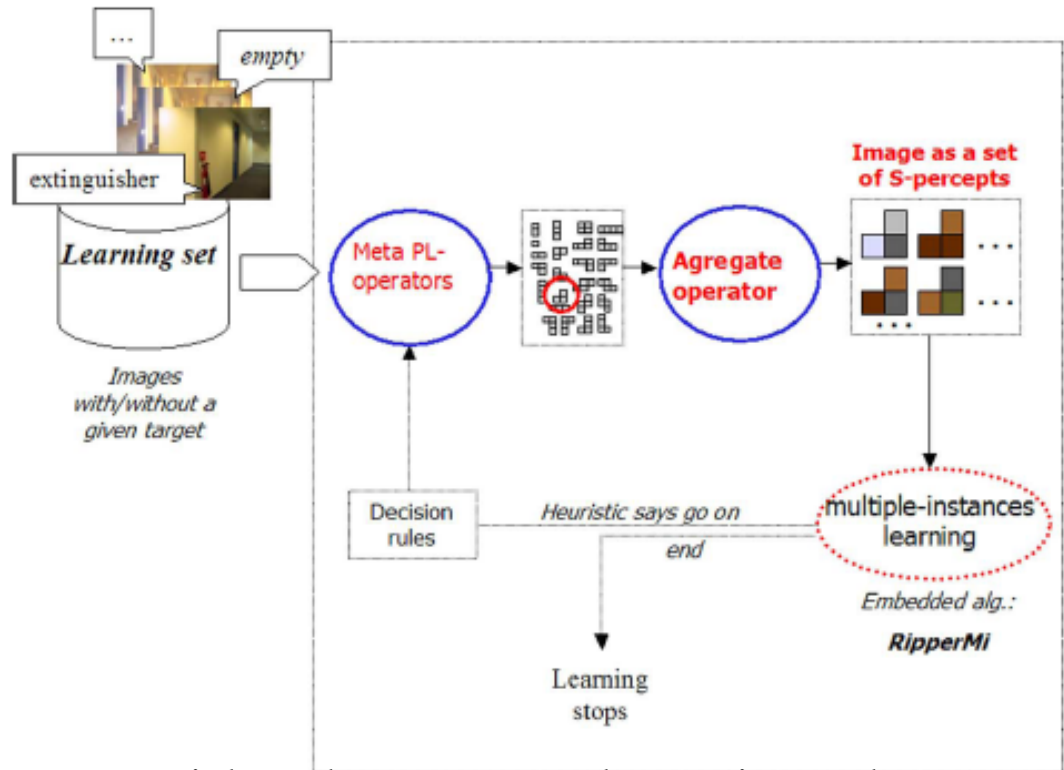
认知计算



感知学习

感知学习

感知学习是发生在感知水平上的学习，主要研究如何从低级的传感器输入的原始数据获取相关的抽象数据。



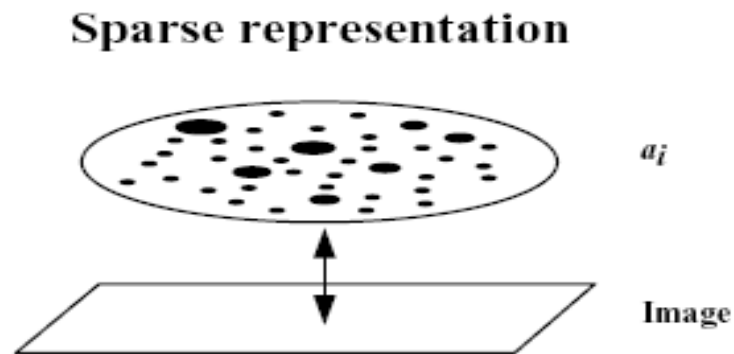
Nicolas Bredeche, Zhongzhi Shi, Jean-Daniel Zucker, Perceptual Learning and Abstraction in Machine Learning: An Application to Autonomous Robotics. IEEE **PLIC**

Transaction on System, Man, and Cybernetics, 36(2): 172-181.

有效编码

感知学习的有效编码理论

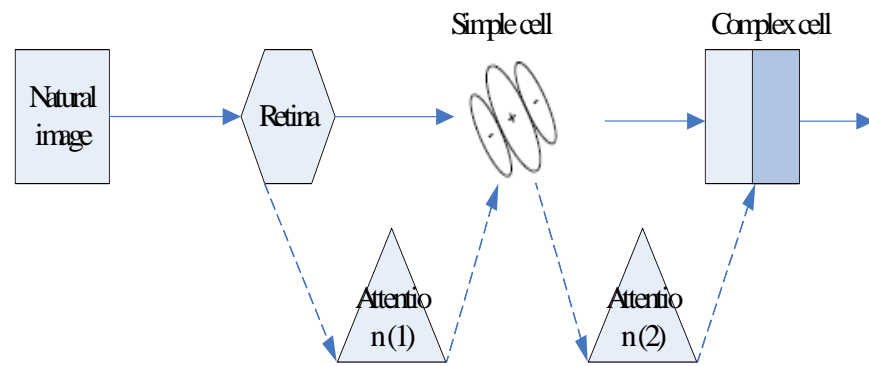
面向知觉任务的有效编码模型有机地把注意选择机制嵌入到有效编码模型中，提高了有效编码模型的编码效率。



• Zhongzhi Shi, Qingyong Li, Zheng Zheng. Visual Perceptual Learning. Invited speech, In Proc. IEEE International Conference on Neural Network & Brain, 75-80. Beijing, China, 2005.

• Qingyong Li Zhiping Shi Zhongzhi Shi A Selective Sparse Coding Model with Embedded Attention Mechanism.

International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence.



知觉组织

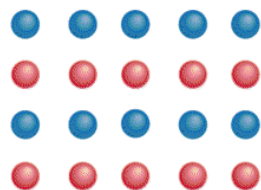
格式塔知觉组织法则 量化

通过对人类感知经验的学习，确定在一定的语境下，各组织法则的量化域值。

邻近性法则



相似性法则



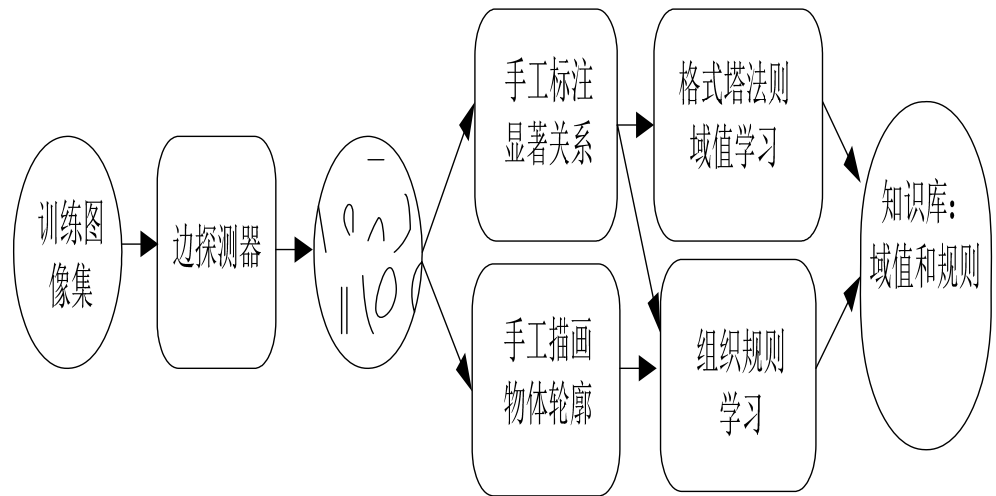
连续性法则



基于人类的感知经验，我们利用机器学习的方法估计格式塔组织法则（邻近性、相似性、连续性）在不同环境下的影响因子及量化域值，学习组织规则，设计了全新的知觉组织系统，提高了图像分割的性能，更好地诠释和发展了知觉组织法则，探索了一条把脑科学、认知科学和计算机科学相结合，来提高机器智能的思路。

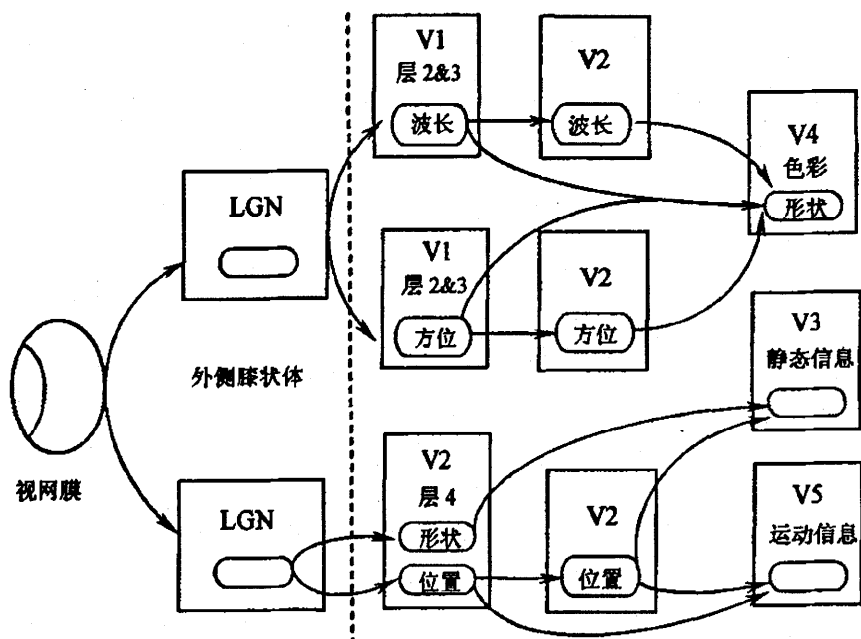
量化过程

- 预处理. 求出图像中的边线段及其各边的属性值;
- 定义边段间的几何距离、亮度差异及方向差异
- 对边线段的属性值进行属性概化处理, 对格式塔法则进行语义模糊化;
- 分析各法则与边线段各差异值间的相关度, 以确定三个格式塔法则的影响因子;
- 估计概化域值, 使得达到最大的可信水平.

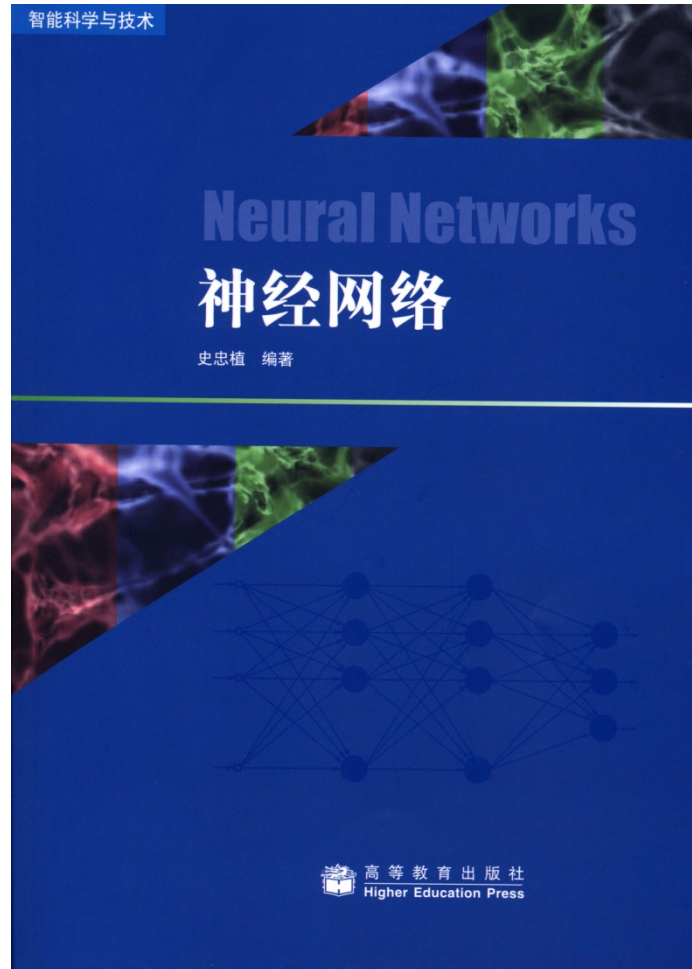


- 学习格式塔法则的域值和组织规则的系统框图

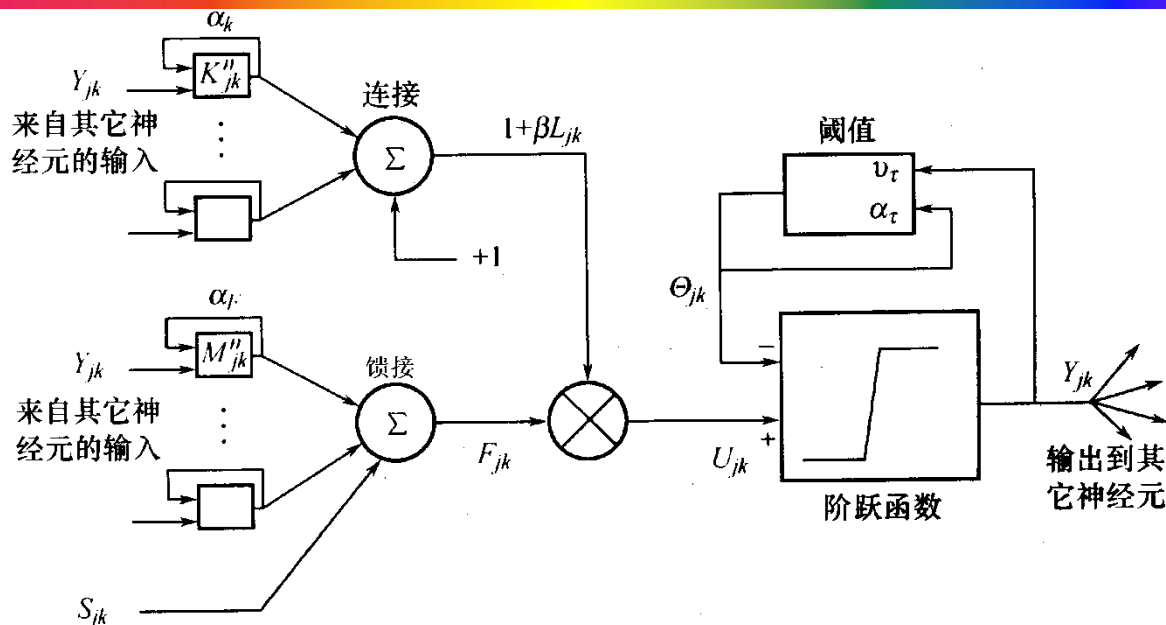
脉冲耦合神经网络



视觉皮层各个区域分别用V1、V2、V3、V4、V5表示。V1表示条纹状视觉皮层区域，它对图像很少进行预处理，但包含着丰富的图像细节信息。V2进行视觉映射，视觉图谱信息少于V1。V3、V4、V5可以是独立处理色彩、静态和运动信息的特定功能区域。

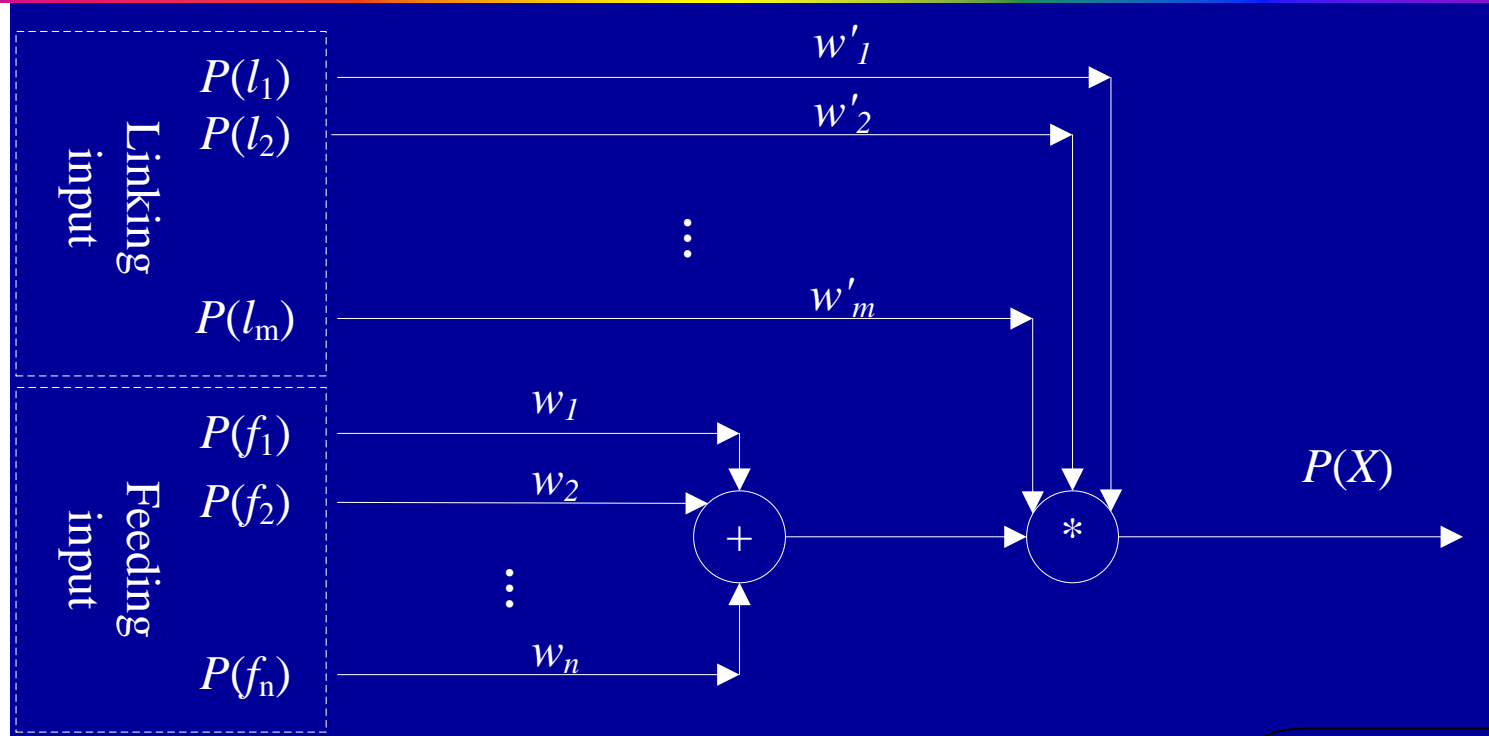


脉冲耦合神经网络



- 神经元主要有两个功能单元构成: 馈接输入域和连接输入域, 分别通过突触连接权值 M 和 K 来与其邻近的神经元相连。两功能单元都要进行迭代运算, 迭代过程中按指数规律衰减。馈接输入域多加一个外部激励 S 。

Bayes 连接域网络模型



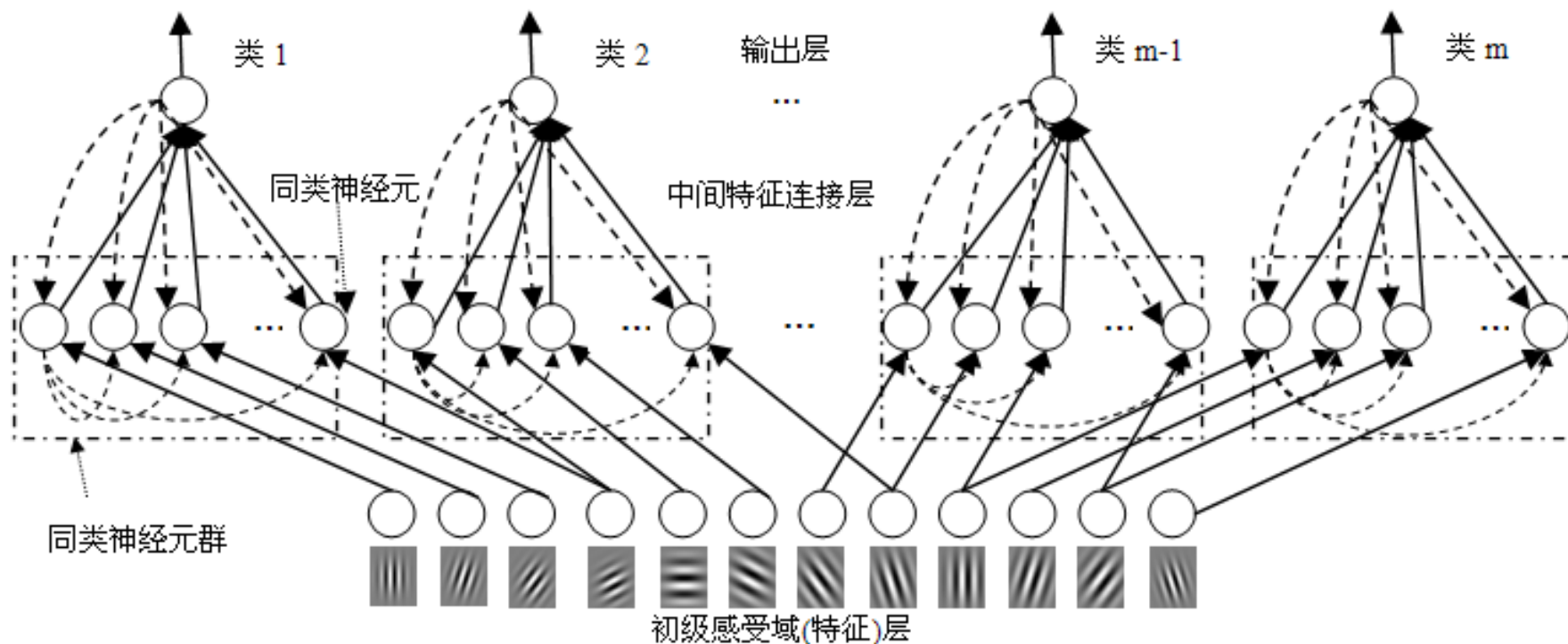
竞争后的发放概率

$$P_{after}(X_i) = \frac{P_{before}(X_i)}{\sum_{j=1}^n P_{before}(X_j)}$$


竞争前的发放概率

特征捆绑的计算模型

图像理解是一个高层的感知任务，基于Bayes连接域网络模型BLFN，提出了一种特征捆绑计算模型，能够实现物体知觉的整体识别。



特征捆绑和物体识别

|  | 分类器 | 人脸正确识别率 | | |
|--|-----------------|-----------------------|-------|----------|
| | 测试样本 | Feature Binding Model | SVM | AdaBoost |
| | 所有测试样本(1000幅) | 83.0% | 77.9% | 81.1% |
| | 所有正面测试样本(200幅) | 96.5% | 87.5% | 93% |
| | 所有非正面测试样本(800幅) | 79.6% | 75.5% | 78.1% |
| | 平均每幅图像所用时间(ms) | 2.64 | 4.48 | 0.16 |

| 分类器 (每类物体中 间层神经元个数) | 平均正确识别率 | | |
|---------------------------|-----------------------|-------|----------|
| | Feature Binding Model | SVM | AdaBoost |
| 20 | 78.7% | 71.0% | 73.0% |
| 40 | 82.3% | 77.7% | 78.0% |

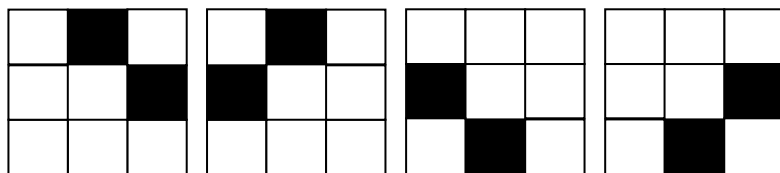


对称不变LBP纹理特征

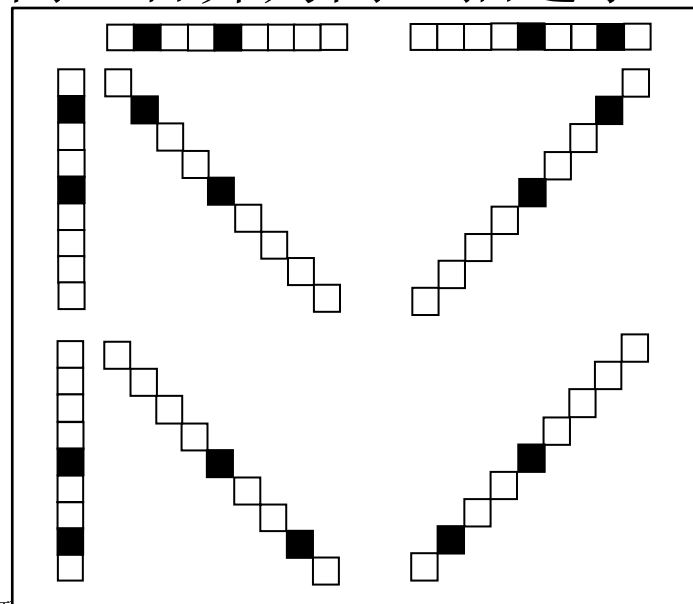
➤ LBP : 局部二值纹理模式

一个 3×3 方格的图，不管中间一格，周围8格涂白色或黑色（对应0或1），共有256种不同的图。

➤ 对称的纹元结构视觉感知相同，合并为同一描述子

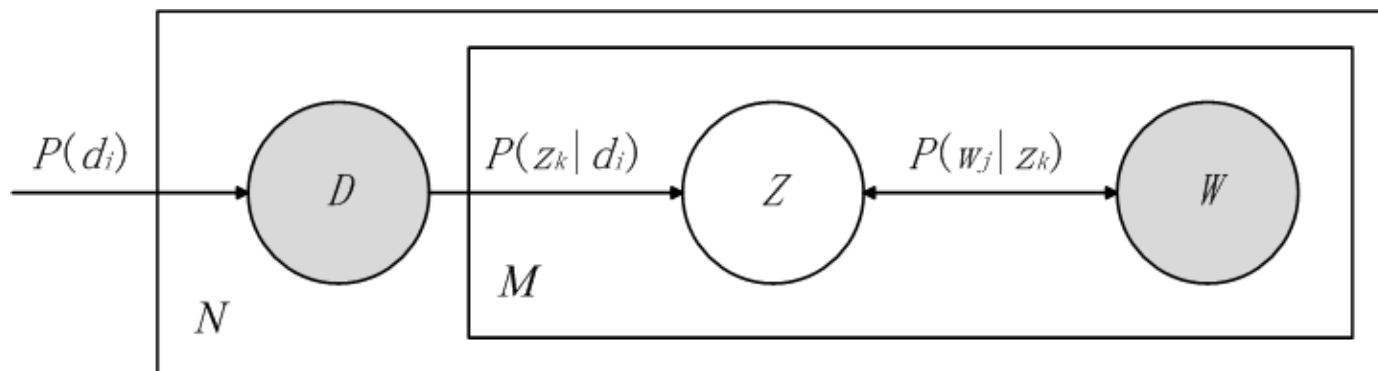


纹理不变



图像语义潜在层面模型

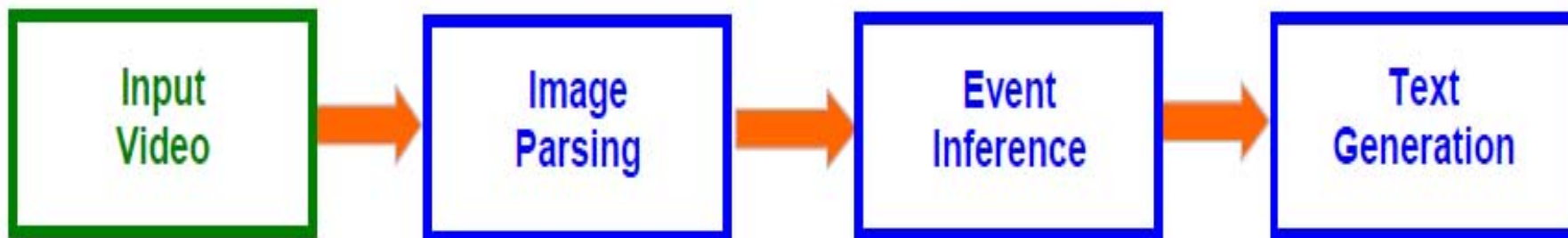
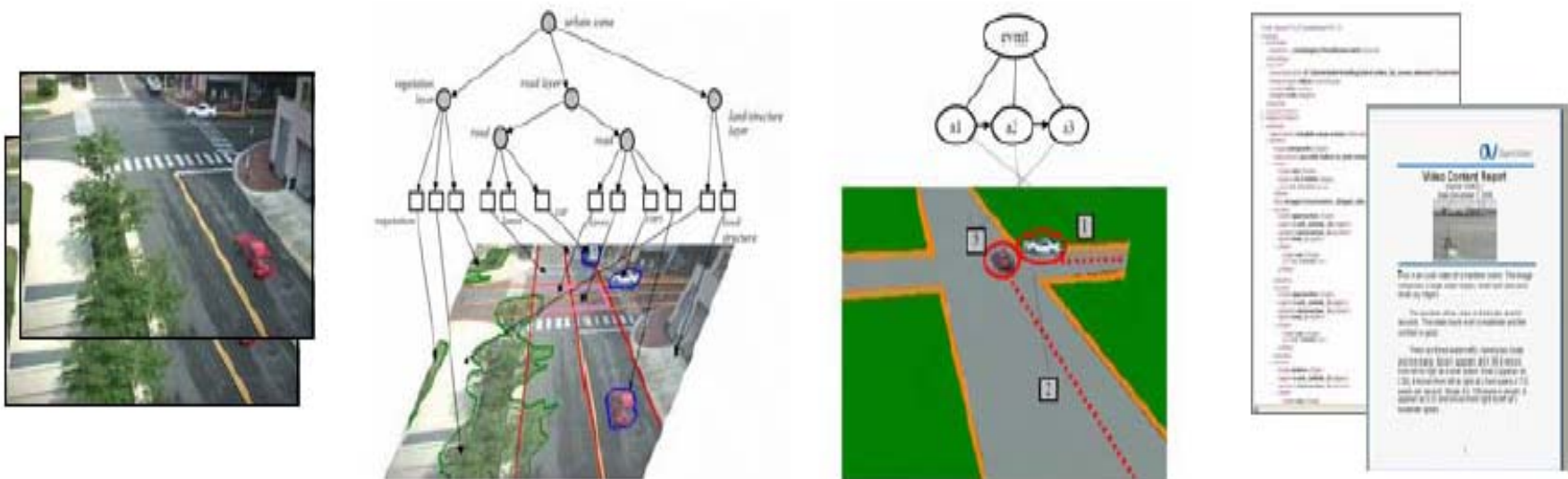
- PLSA模型通过在文档生成各个词的过程中引入一个隐藏变量对共现数据建模。使用如下图的机制可以为词/文档的共现数据定义一个生成式模型：
 - (1) 以概率 $P(d_i)$ 选择一个文档 d_i ;
 - (2) 以概率 $P(z_k/d_i)$ 选择一个潜在变量 z_k ;
 - (3) 以概率 $P(w_j/z_k)$ 生成一个词 w_j 。
- 边缘化 z_k 得到联合概率模型：
$$P(d_i, w_j) = P(d_i) \sum_{k=1}^K P(z_k | d_i) P(w_j | z_k).$$



视觉科学



中科院计算所
INSTITUTE OF COMPUTING
TECHNOLOGY



朱松纯: Vision Science

内容提要

1 引言

2 认知计算

3 语义计算

4 服务计算

5 协同决策

6 展望

Web Development

Web 1.0 (1993-2003)

"Read"
 "Page"
 "static"
 Web browser
 "Client Server"
 Web Coders
 "geeks"

Web 2.0 (2004- beyond)

"Write" &
 Contribute
 "Post / record"
 "dynamic"
 Browsers, RSS
 Readers, anything
 "Web Services"
 Everyone
 "mass
 amatuerization"

Web 3.0 (2007- beyond)

Semantics
 Search engine

Web 1.0 - Web 2.0

Web 1.0

- Static
- Brochureware
- Personal web site
- Britannica Online
- Directories
(taxonomy)
- Bookmarking sites

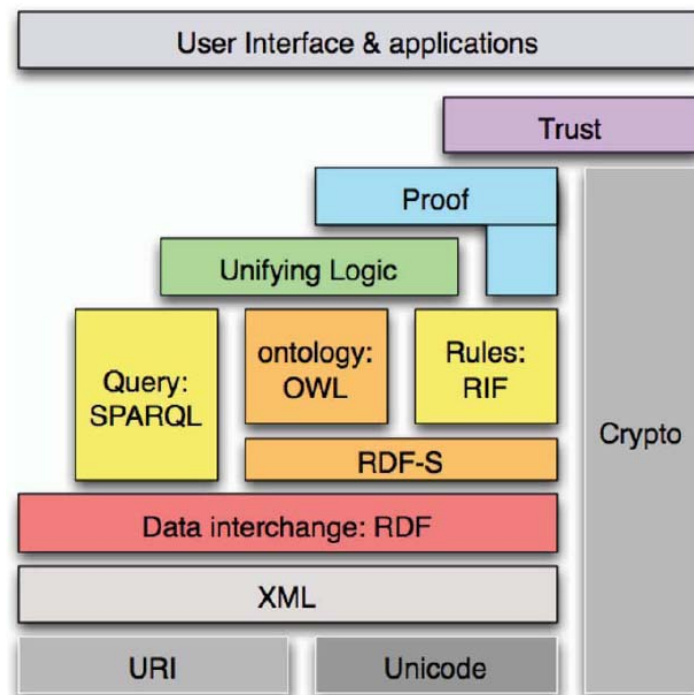
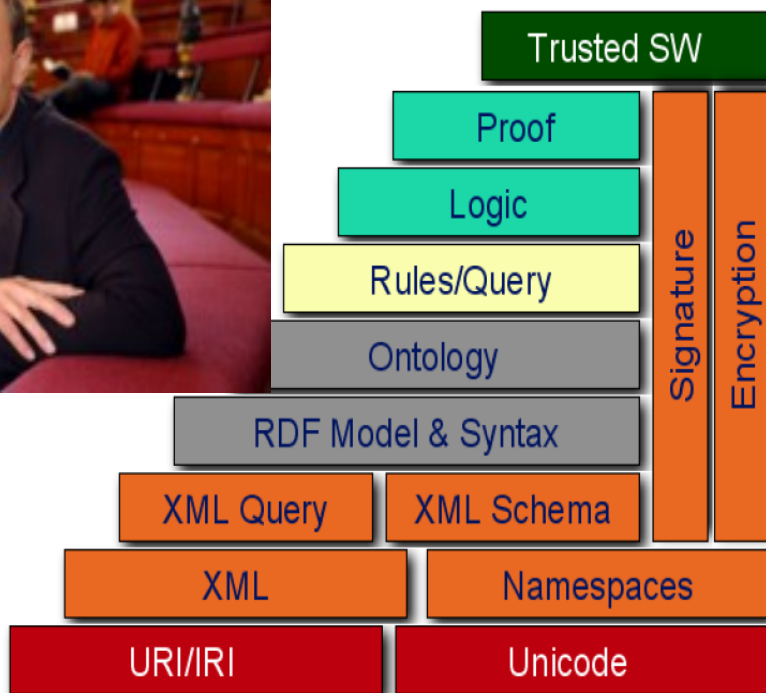
Web 2.0

- Dynamic
- Customisation
- Blog
- Wikipedia
- Tagging
(folksonomy)
- Social bookmarking

Web 3.0

- Web 2.0 + AI
- Semantic Web
- Web 2.0 + Enterprise Computing

Web3.0



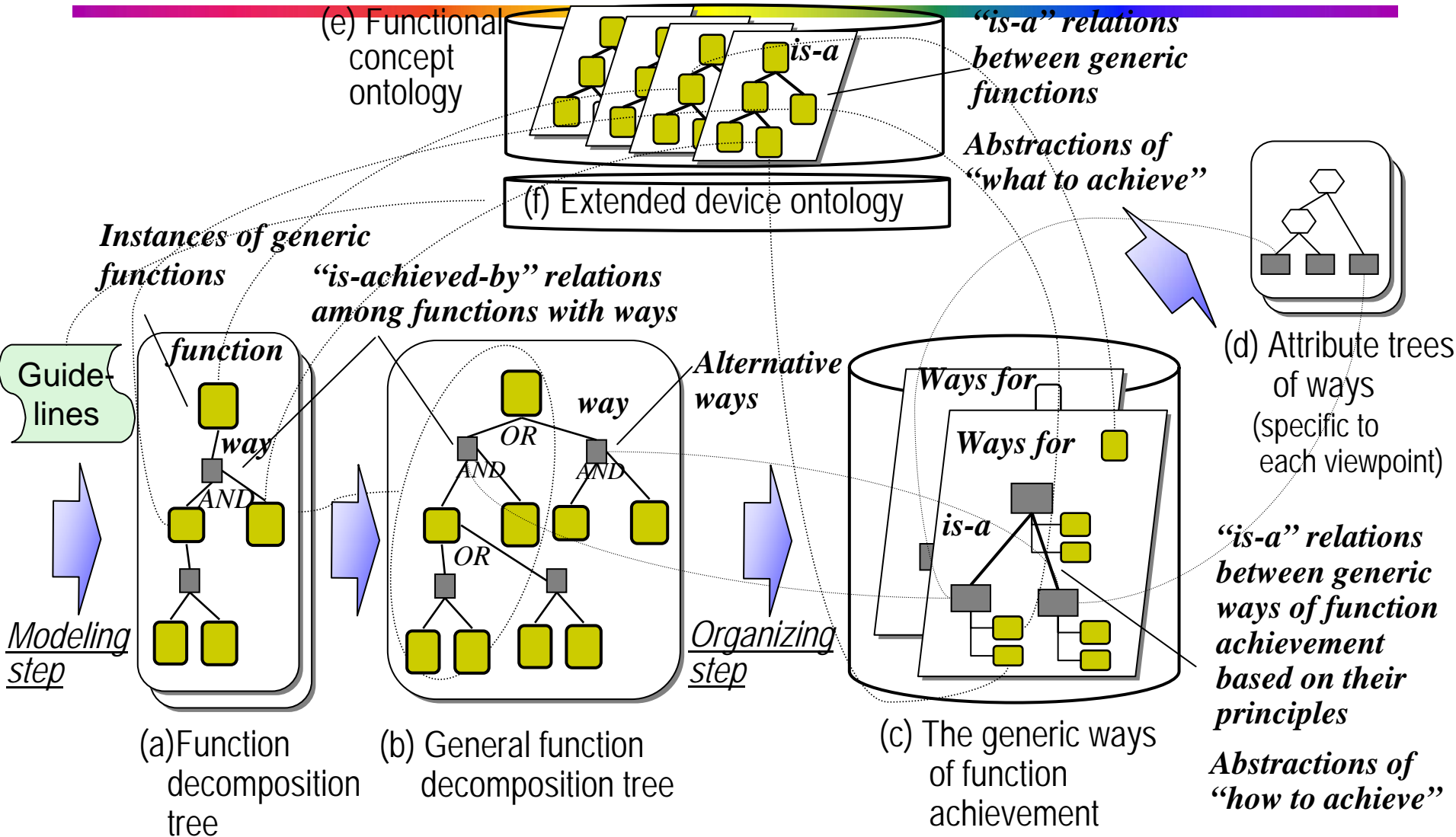
语义Web层次模型，2003年

语义Web协议栈，2006年

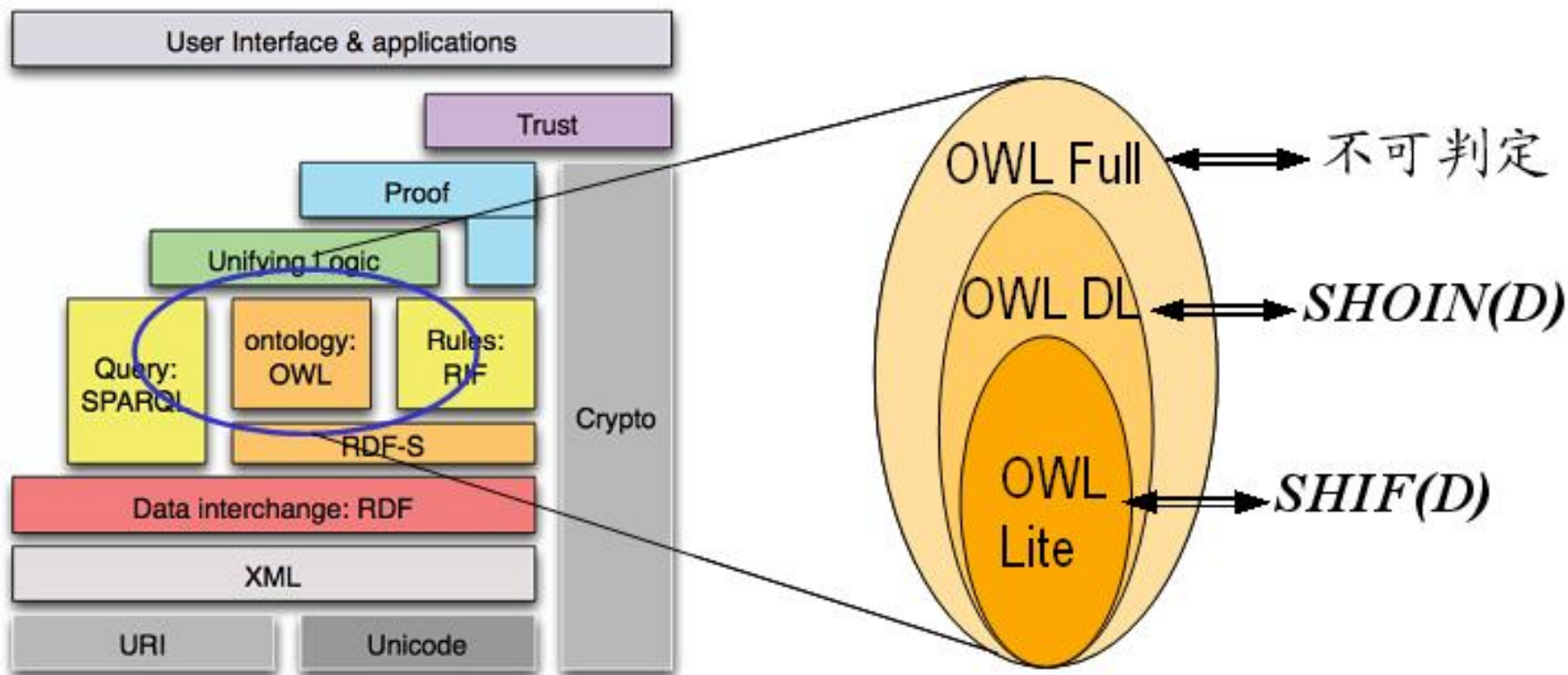
本体工程

- Typical **tasks** in Ontology Engineering:
 - author concept descriptions
 - refine the ontology
 - manage errors
 - integrate different ontologies
 - (partially) reuse ontologies
- These tasks are **highly challenging**; need for:
 - tool & infrastructure support
 - design methodologies

Ontology-based modeling framework



Unifying Logic



Description Logic

| Constructor | DL Syntax | Example | FOL Syntax |
|----------------|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| intersectionOf | $C_1 \sqcap \dots \sqcap C_n$ | Human \sqcap Male | $C_1(x) \wedge \dots \wedge C_n(x)$ |
| unionOf | $C_1 \sqcup \dots \sqcup C_n$ | Doctor \sqcup Lawyer | $C_1(x) \vee \dots \vee C_n(x)$ |
| complementOf | $\neg C$ | \neg Male | $\neg C(x)$ |
| oneOf | $\{x_1\} \sqcup \dots \sqcup \{x_n\}$ | {john} \sqcup {mary} | $x = x_1 \vee \dots \vee x = x_n$ |
| allValuesFrom | $\forall P.C$ | \forall hasChild.Doctor | $\forall y.P(x, y) \rightarrow C(y)$ |
| someValuesFrom | $\exists P.C$ | \exists hasChild.Lawyer | $\exists y.P(x, y) \wedge C(y)$ |
| maxCardinality | $\leq_n P$ | ≤ 1 hasChild | $\exists \leq_n y.P(x, y)$ |
| minCardinality | $\geq_n P$ | ≥ 2 hasChild | $\exists \geq_n y.P(x, y)$ |

Description Logic

| OWL Syntax | DL Syntax | Example |
|--------------------|-----------------------|--|
| subClassOf | $C_1 \sqsubseteq C_2$ | Human \sqsubseteq Animal \sqcap Biped |
| equivalentClass | $C_1 \equiv C_2$ | Man \equiv Human \sqcap Male |
| subPropertyOf | $P_1 \sqsubseteq P_2$ | hasDaughter \sqsubseteq hasChild |
| equivalentProperty | $P_1 \equiv P_2$ | cost \equiv price |
| transitiveProperty | $P^+ \sqsubseteq P$ | ancestor ⁺ \sqsubseteq ancestor |

| OWL Syntax | DL Syntax | Example |
|------------|----------------------------|--|
| type | $a : C$ | John : Happy-Father |
| property | $\langle a, b \rangle : R$ | \langle John, Mary \rangle : has-child |

Description Logic

- Frame-based system
- Semantic Network
- Object-oriented representation
- Semantic data models
- Ontology language

Description Logic

- Concepts and Role
- Tbox——Assertions
- Abox——Instance
- Reasoning mechanism in terms of Tbox and Abox

Reasoning in DL

- 1) Subsumption
- 2) consistency
- 3) satisfiability
- 4) instance checking

TBox(Scheme)

Man = Human \sqcap Male

Happy-father = Human \sqcap \exists Has-child. Female \sqcap ...

Abox(Data)

John: Happy-father

<John, Mary> : Has-child



Reasoning

Interface

动态描述逻辑 Dynamic Description Logic

An action description is the form of

$$A(x_1, \dots, x_n) = (P_A, E_A)$$

where

- (1) A is the action name.*
- (2) x_1, \dots, x_n are individual variables, which denote the objects the action operate on.*
- (3) P_A is the set of preconditions, which must be satisfied before the action is executed.*
- (4) E_A is the set of results, which denote the effects of the action.*

动态描述逻辑 Dynamic Description Logic



- 概率 DDL
- 分布式DDL
- 时序DDL

| 模型 | 哲学基础 | 粒的定义 | 粒的性质 | 粒的层次 | 关系 | 在模型上 | 研究的对象 | 研究重点 |
|----------|---|-------------|-------|------------|-------|---|--|--|
| 模糊词计算理论 | 人类在进行思考、判断、推理时主要是用语言进行的，而语言本身就是“粒度”。 | 词。 | 模糊的粒。 | 没有明确的层次概念。 | 模糊关系。 | 粒是用“词”来表示，而描述“词”的有效的方法就是模糊集理论。 | 主要研究如何描述由词界定的不同粒度的对象，它更擅长描述由形容词、副词表达的不同粒度的概念。 | 主要是讨论粒度的表示问题，他们认为人类是用语言进行各种思考和推理的，不同的词就表示不同的粒度。 |
| 粗糙集理论 | 人的知识就是一种分类的能力。 | 子集。 | 清晰的粒。 | 没有明确的层次概念。 | 等价关系。 | 粒用子集来表示，不同粒度的概念可以用不同大小的子集来表示，所有这些表示可以用等价关系来描述。 | 通过元素的不同属性值，来描述元素之间的关系，并用元素按不同属性进行的分类来表示不同的概念粒度。 | 研究粒度的表示、刻划和粒度与概念之间的依存关系；其论域是简单的点集，元素之间没有拓扑关系。 |
| 商空间理论 | 人类智能的公认特点，就是人们能从极不相同的粒度上观察和分析同一问题。 | 子集。 | 清晰的粒。 | 有。 | 等价关系。 | 除了用子集来表示粒，更引入了拓扑结构，并通过粒度世界的合成与分解来解决问题。 | 通过元素的不同属性值，来描述元素之间的关系。除此之外，还引入元素之间的关系 T （用拓扑来描述）。 | 研究不同粒度世界之间的互相转换、互相依存的关系，是描述空间关系学的理论；在论域元素之间存在有拓扑关系的情况下进行研究的。 |
| 相容粒度空间理论 | 人类具有根据特定环境对相关数据和知识泛化或者特化成不同程度、不同大小的粒的能力，以及进一步根据这些粒和粒之间的关系进行求解的能力。 | 内涵、外延和转换函数。 | 清晰的粒。 | 有。 | 相容关系。 | 粒用相容粒来表示，一个粒不仅仅是对象的集合，更是这些对象的抽象。模型包含四个组成部分，对象系统，相容关系系统，转换函数和嵌套覆盖系统。 | 除了元素的属性（特征），元素之间的关系，还引入和区分了粒的内涵关系、外延关系和复合关系，以及依据此类关系构建的嵌套覆盖结构。 | 研究在具体任务背景下，对现有的知识和数据进行粒度化的理论和方法，以及在构建的粒度空间上根据粒、粒度层次以及粒度空间之间的往返交互实现问题的求解。 |

相容粒度空间模型

- 四元组(**OS**, **TR**, **FG**, **NTC**)

- **OS** 表示对象集
- **TR** 表示一个相容关系
- **FG** 表示相容粒转换函数
- **NTC** 表示一个嵌套相容覆盖

对象集系统由在相容粒度空间中处理和粒化的对象组成，它也可以看成是一个对象域

相容关系系统是一个参数化的关系结构，它由一组相容关系组成，包括一个粒度空间所基于的关系和参数

嵌套相容覆盖系统是一个参数化的粒度结构，其中定义了不同层次的粒和基于对象系统和相容关系系统的参数化过程。它定义了：

- a. 粒之间、粒集之间、对象之间以及粒和对象之间的关系；
- b. 粒的合成和分解。

相容粒度空间模型

相容粒度空间模型是目前国际上重要的粒度计算模型之一。应Springer出版社出版的 *《Ten volume Encyclopedia of Complexity and Systems Science》* 编委邀请，撰写“Formalized Model of Tolerance Granular Space”。2007年出版的《粒计算：过去、现在与展望》一书第3章：“相容粒度空间模型及其应用研究”介绍该模型。史忠植应邀在2008 IEEE GrC国际会议上作主题报告。该模型已应用在信息分类、双层决策模型、图像处理、故障诊断等方面。

内容提要

1 引言

2 认知计算

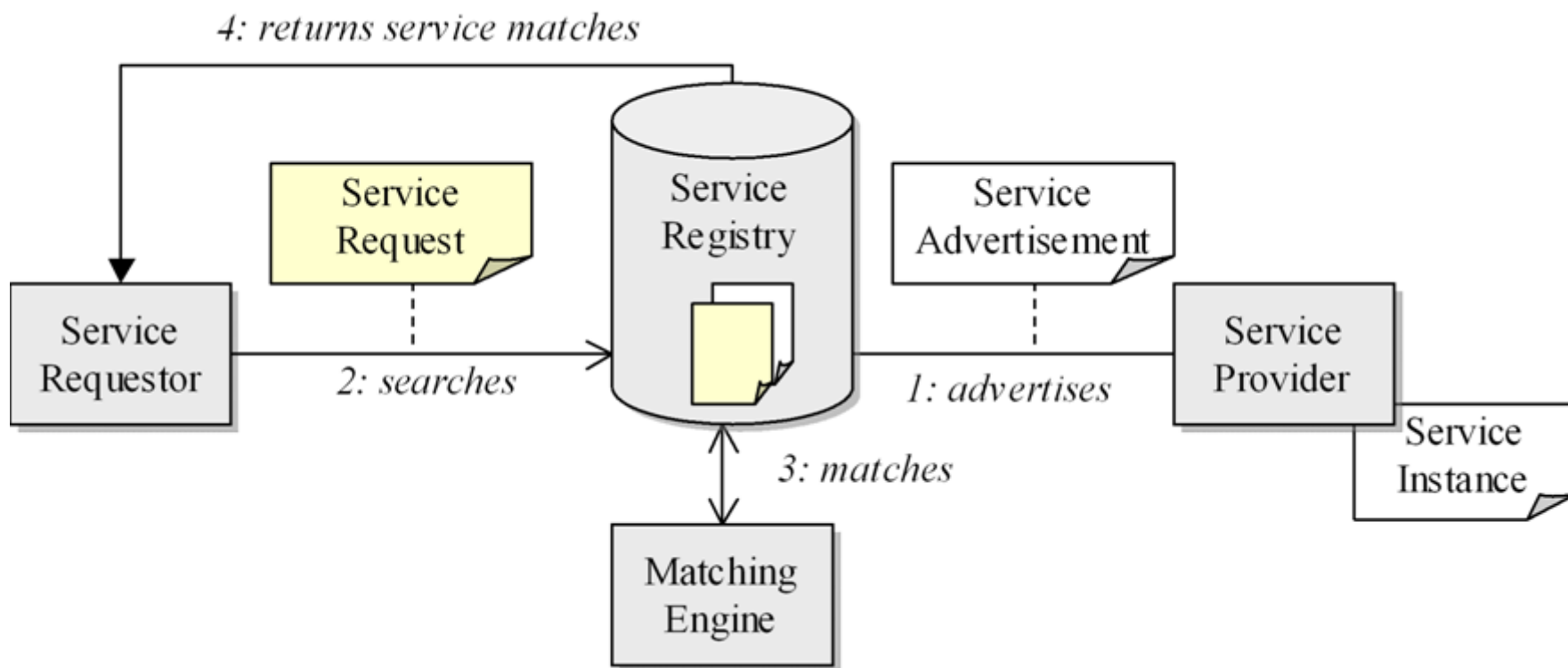
3 语义计算

4 服务计算

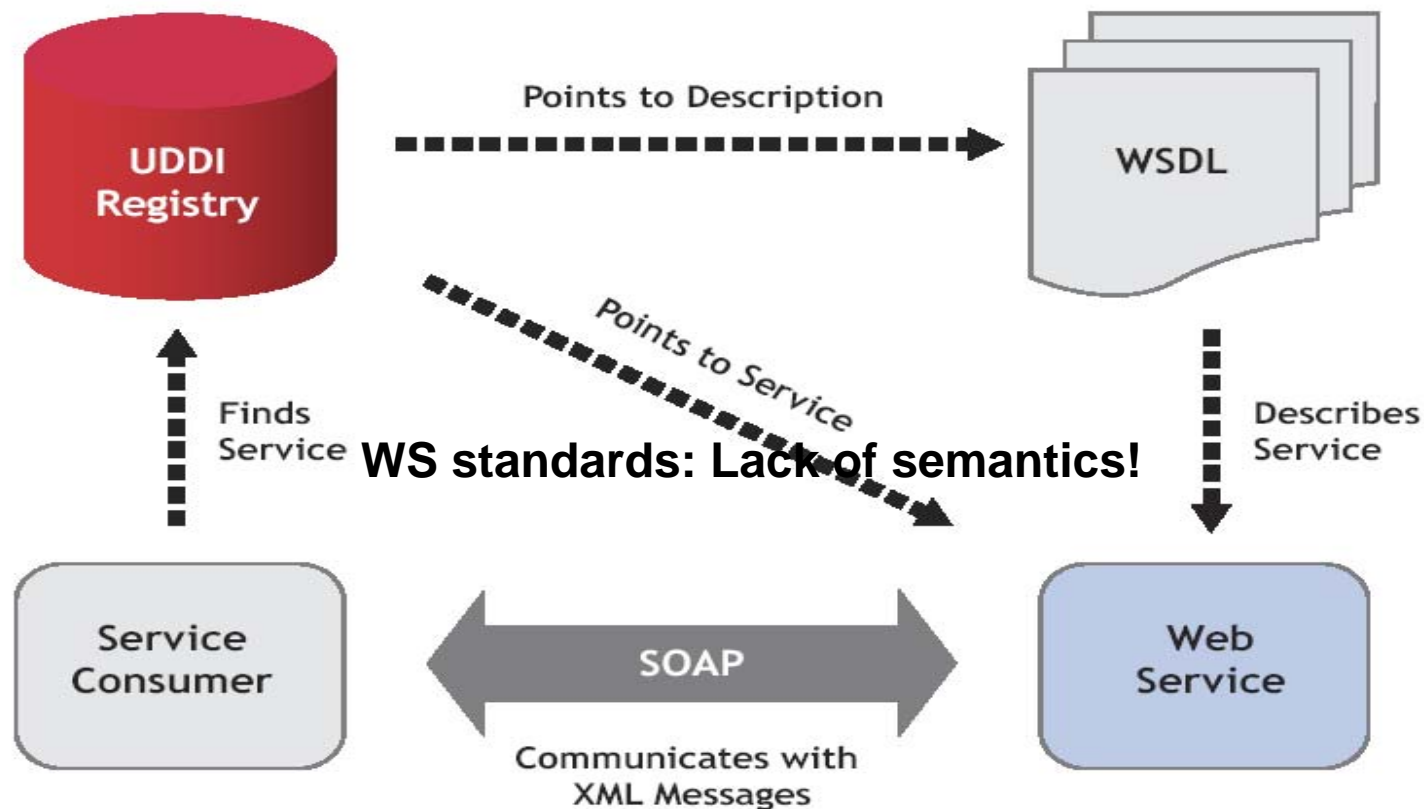
5 协同决策

6 展望

Web 服务系统结构



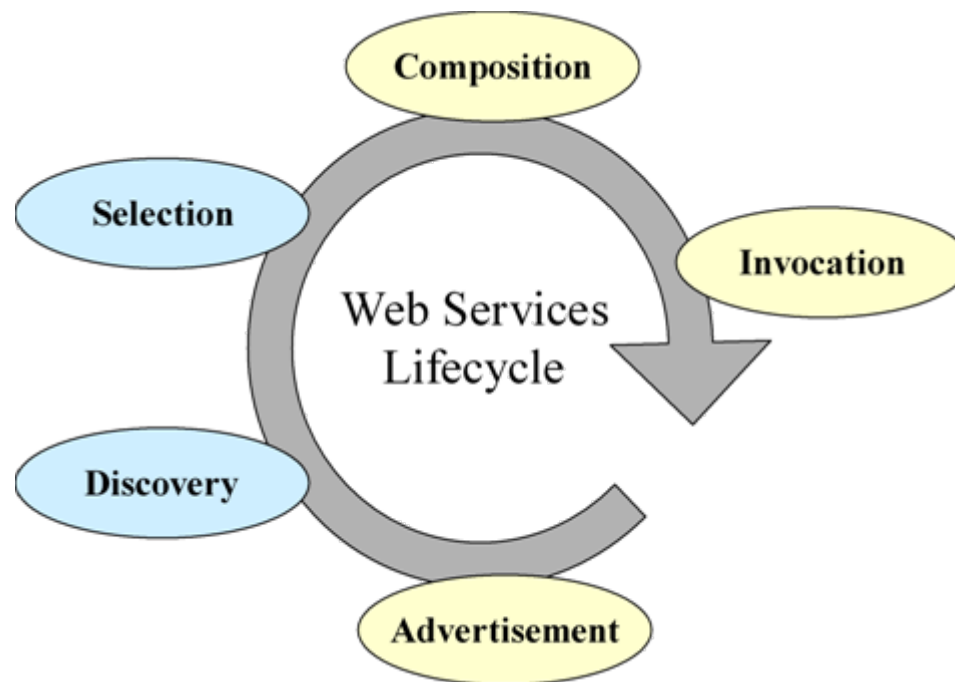
Web 服务系统结构



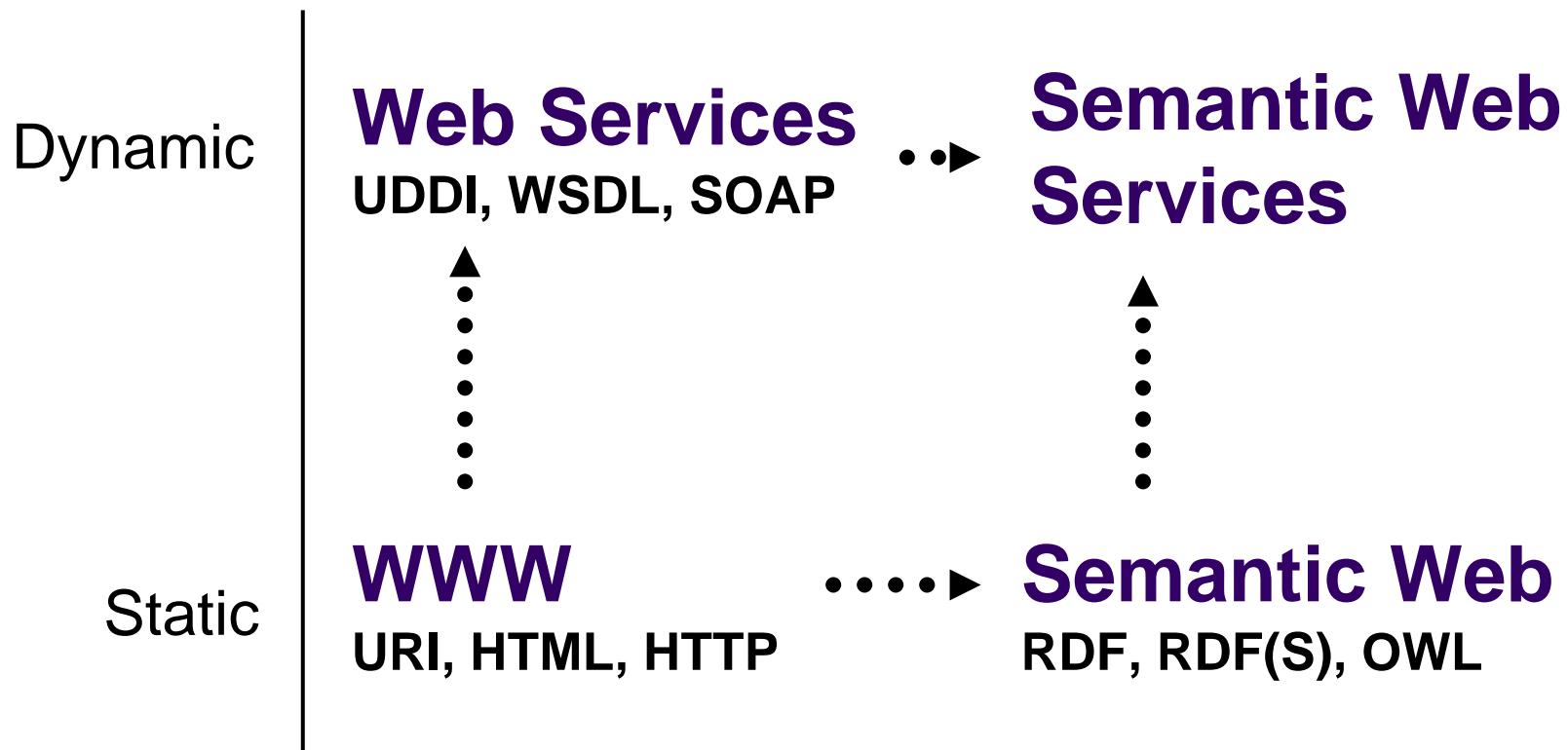
Web Service Architecture

Web 服务生命周期

- *programmatic interfaces for applications (i.e., business logic), available over the WWW infrastructure and developed with XML technologies.*



语义 Web 服务



语义 Web 服务

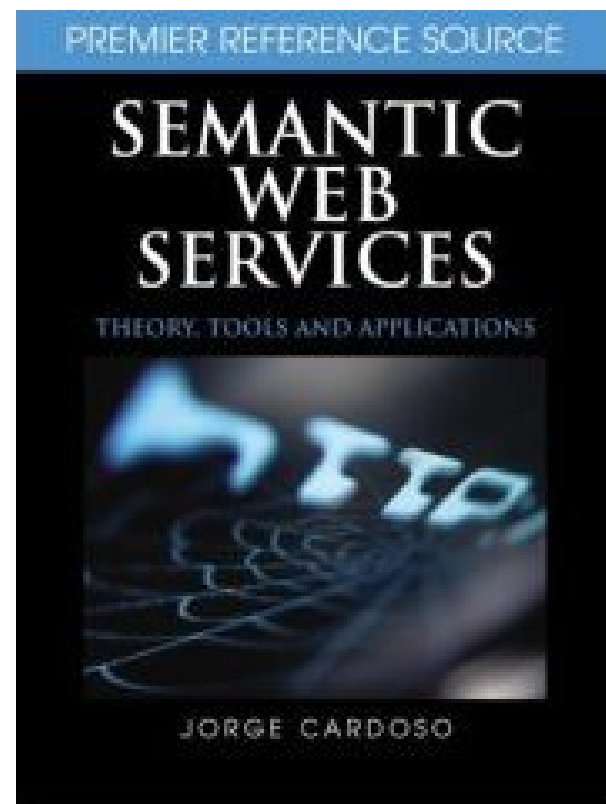
Semantic Web Services

=

Semantic Web Technology

+

Web Service Technology



语义 Web 服务

- Define exhaustive description frameworks for describing Web Services and related aspects **(Web Service Description Ontologies)**
- Support ontologies as underlying data model to allow machine supported data interpretation **(Semantic Web aspect)**
- Define semantically driven technologies for automation of the Web Service usage process **(Web Service aspect)**

Web 服务发现

- Keyword based
 - UDDI – Universal Description, Discovery, and Integration
 - WSMX (WSMF)
- Semantic discovery
 - Matchmaking – compares advertised and requested service capabilities
 - Subsumption of classes, properties as well as equivalence can be considered
 - The process can be domain ontology dependent

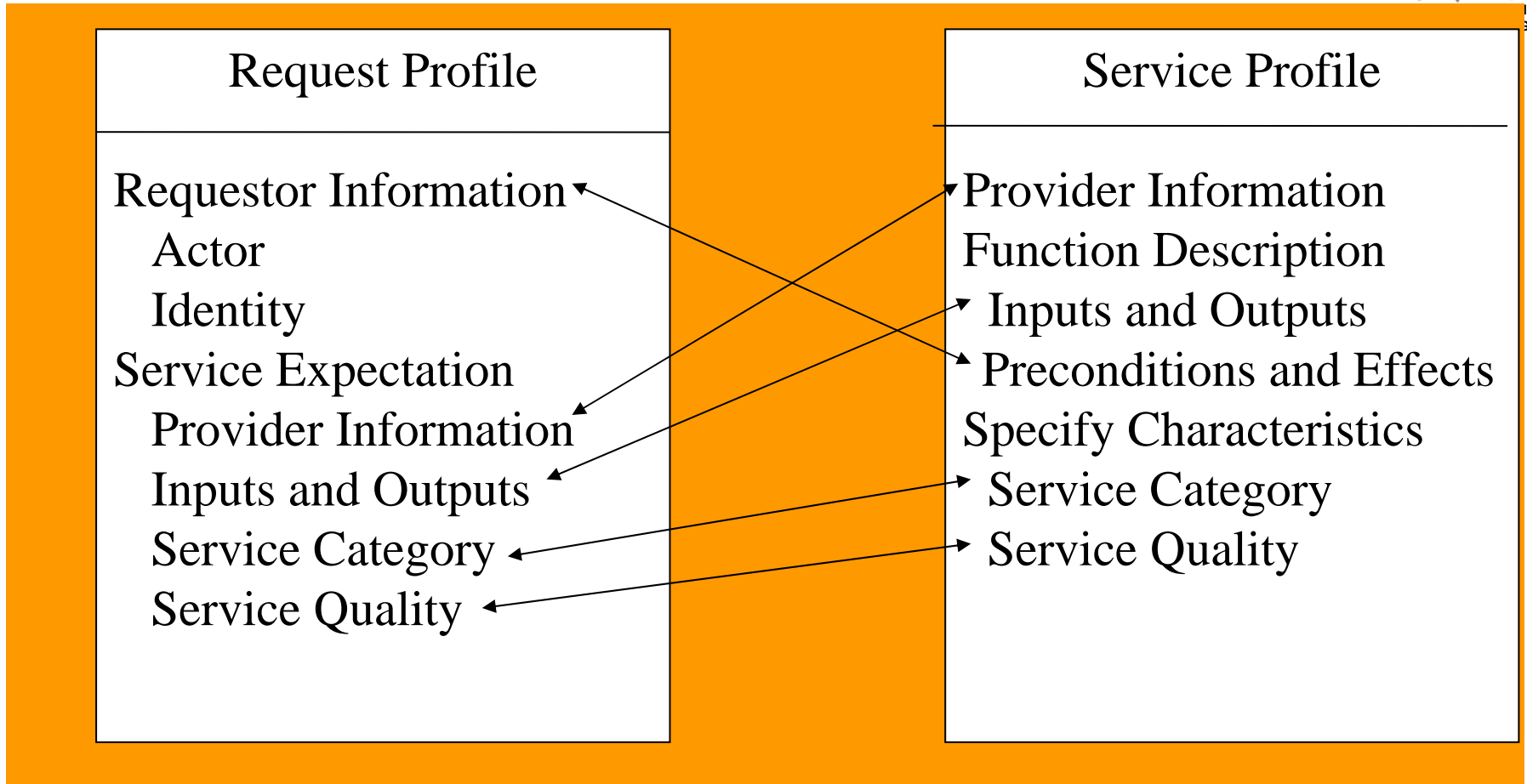
语义Web 服务发现

- MINDSWAP, Univ. of Maryland
 - Composer – demo only;
 - Matchmaker and planner licensed to FujitsuLabs (no sources)
- Carnegie Mellon, Atlas project
 - Matchmaker, OWL-S -> UDDI
 - No sources
- IBM Emerging Technologies Toolkit (Alpha)
 - Demo available; no sources
- TU Berlin Matchmaker
 - Open source; demo, based on transformation to Prolog

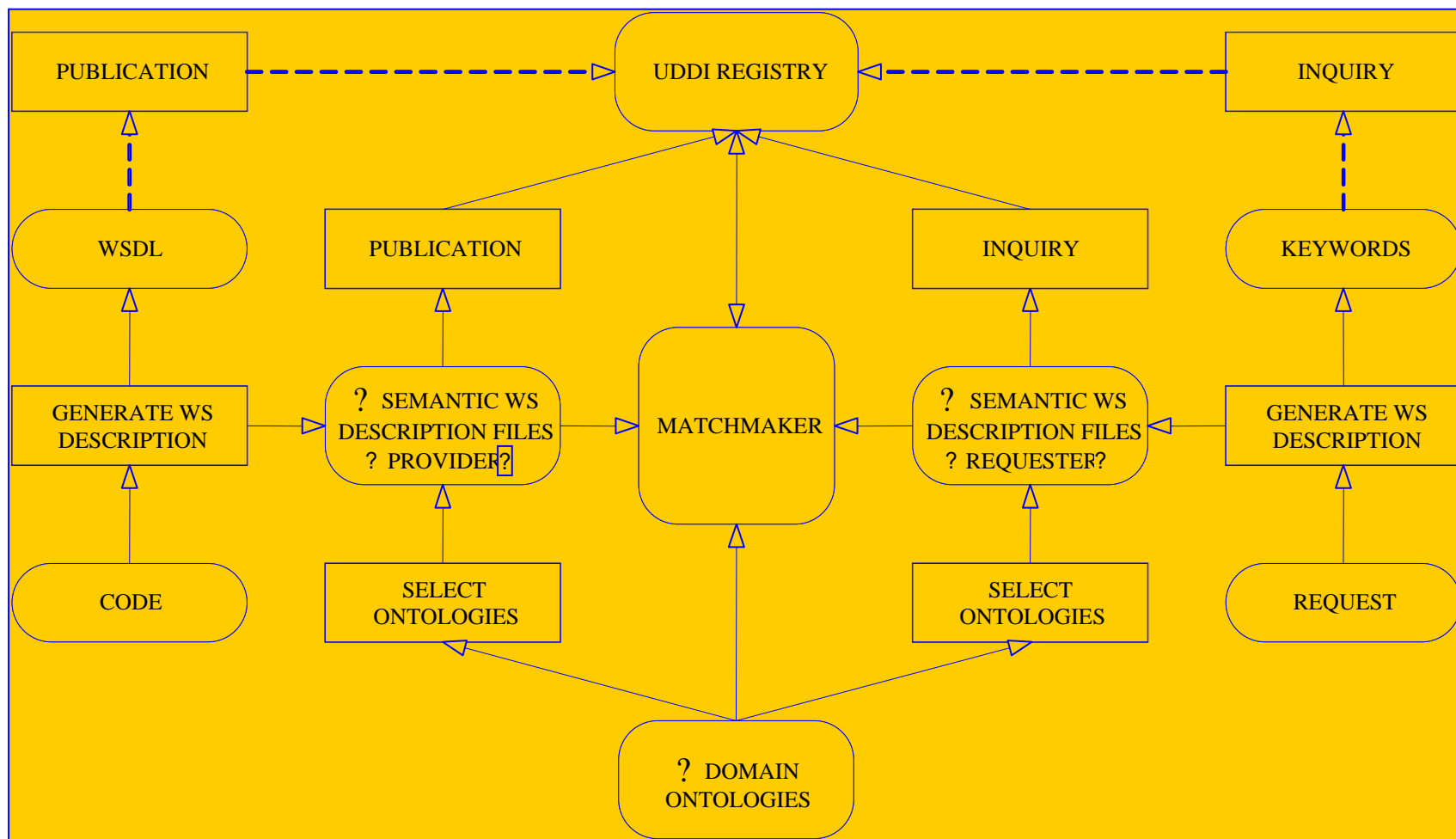
服务匹配方法

- Direct
 - Return only single services that match the request
- Indirect
 - Compute service compositions (or “chains” in the simplest case)
- Logic-based
 - Description Logics and First Order Logic reasoning
- Similarity-based (IR techniques)
 - Linguistic similarity, term frequency, ...
- Graph matching

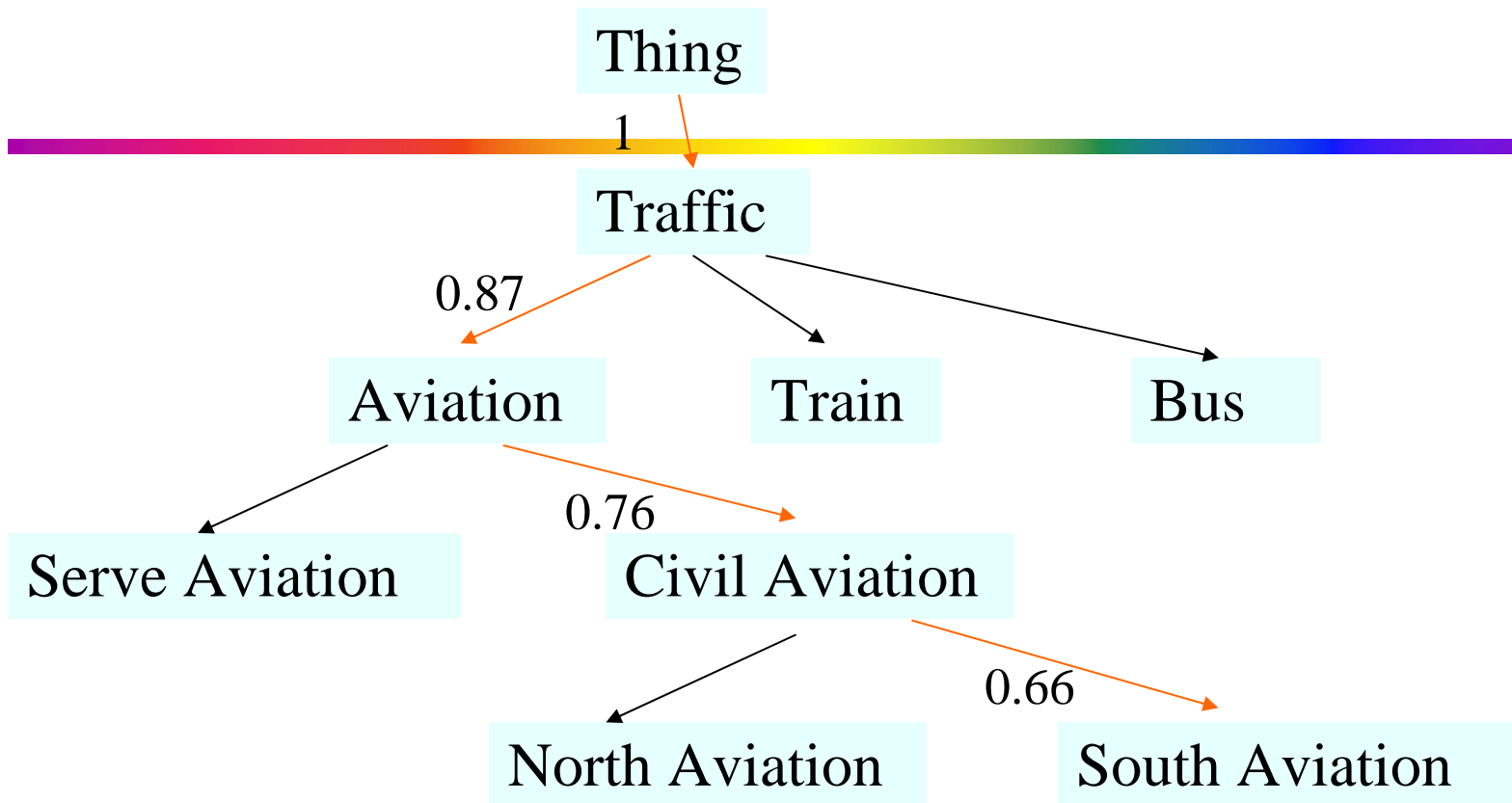
服务匹配



服务匹配 workflow



基于相似度服务匹配

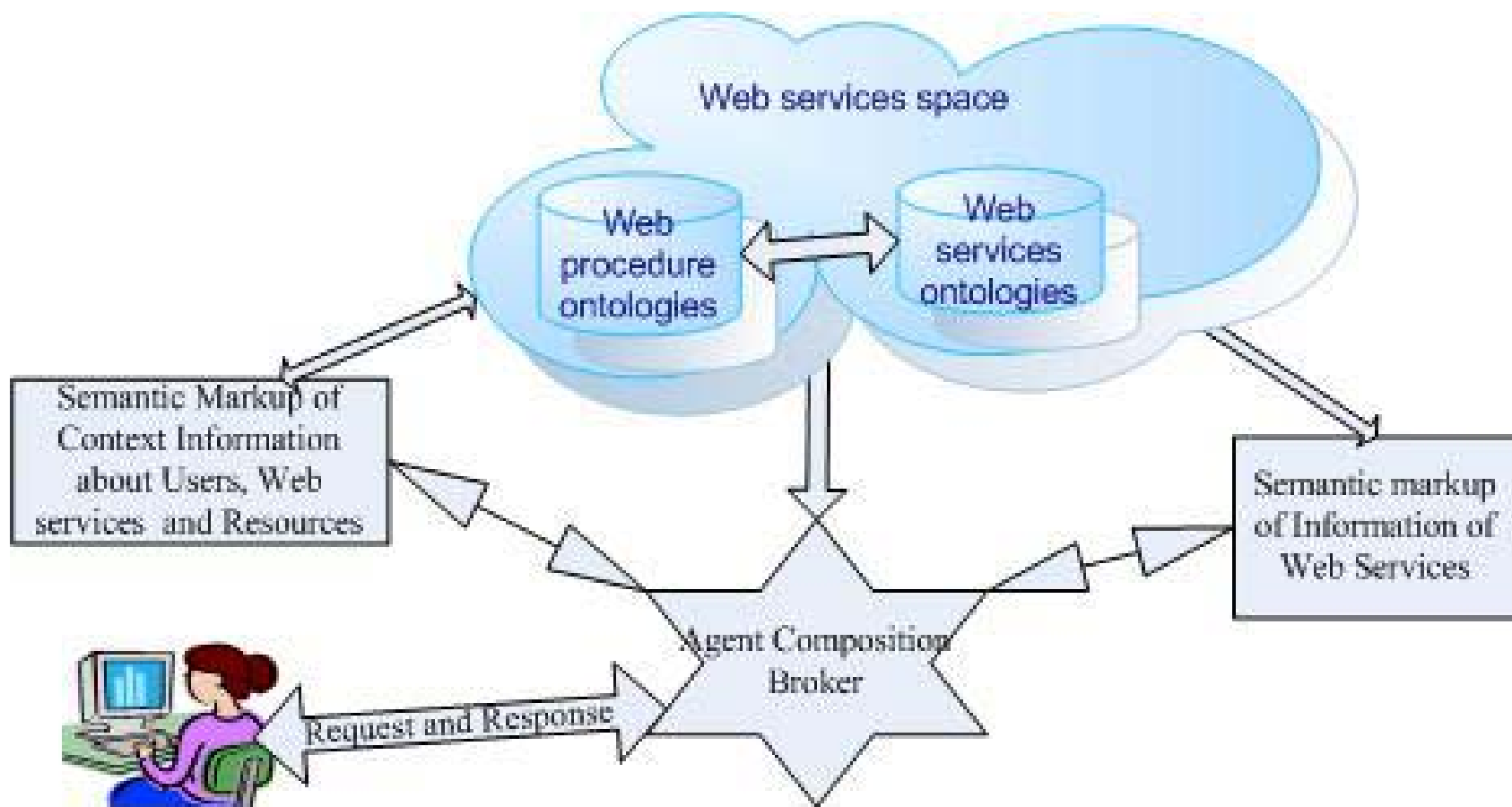


| | (Thing, Traffic) | (Traffic, Aviation) | (Aviation, Civil Aviation) | (Civil Aviation, South Aviation) |
|----------|------------------|---------------------|----------------------------|----------------------------------|
| distance | 1 | $13/15=0.87$ | $34/45=0.76$ | $179/270=0.66$ |

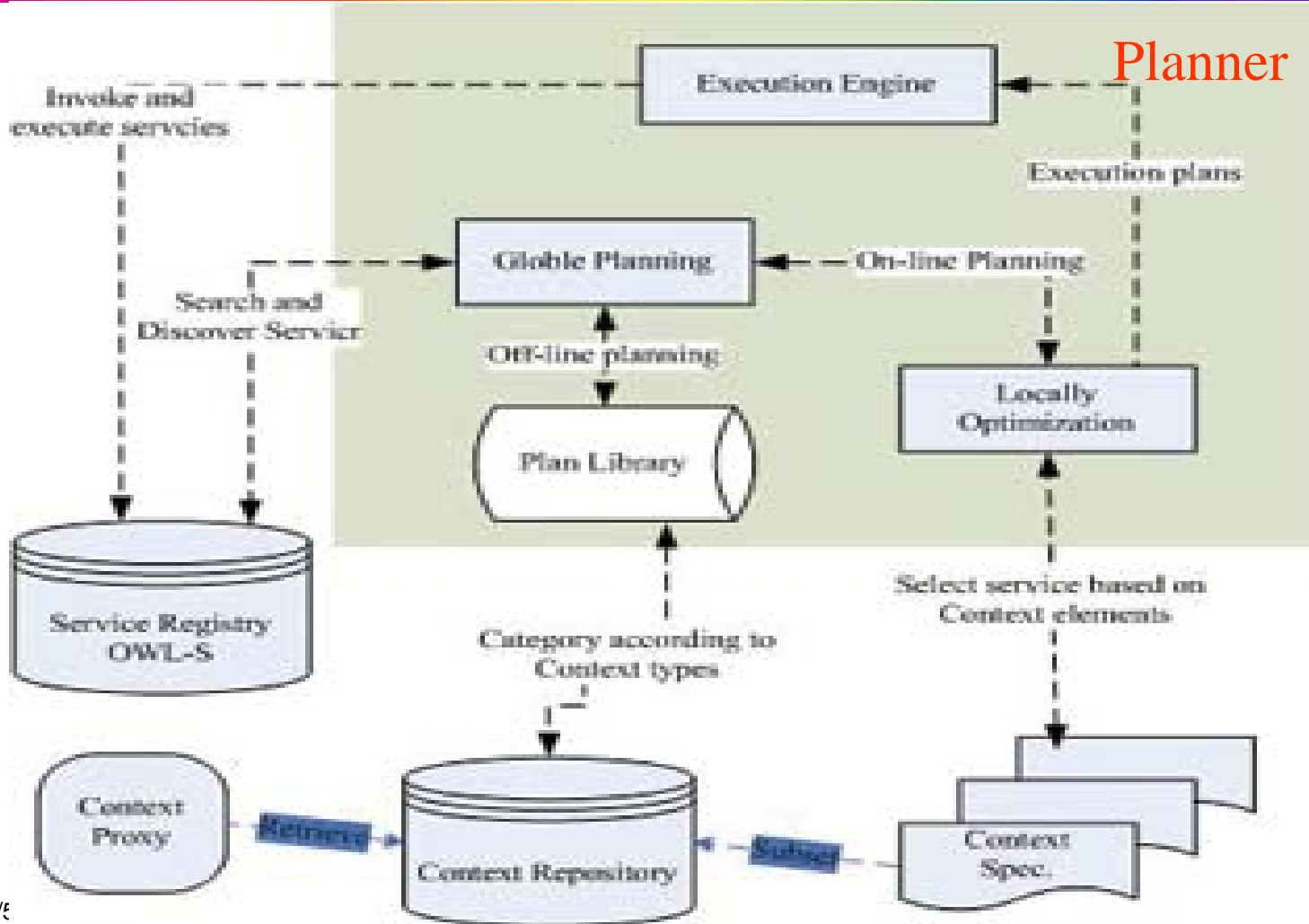
服务组合

- Planning based approaches:
 - construct a plan from elementary services to obtain a required functionality.
 - reasoning based only on component specifications
 - plan built every time from scratch
- Knowledge based approaches:
 - re-use preconfigured templates
 - reasoning with specialized knowledge in a narrow domain
 - sophisticated domain knowledge is needed

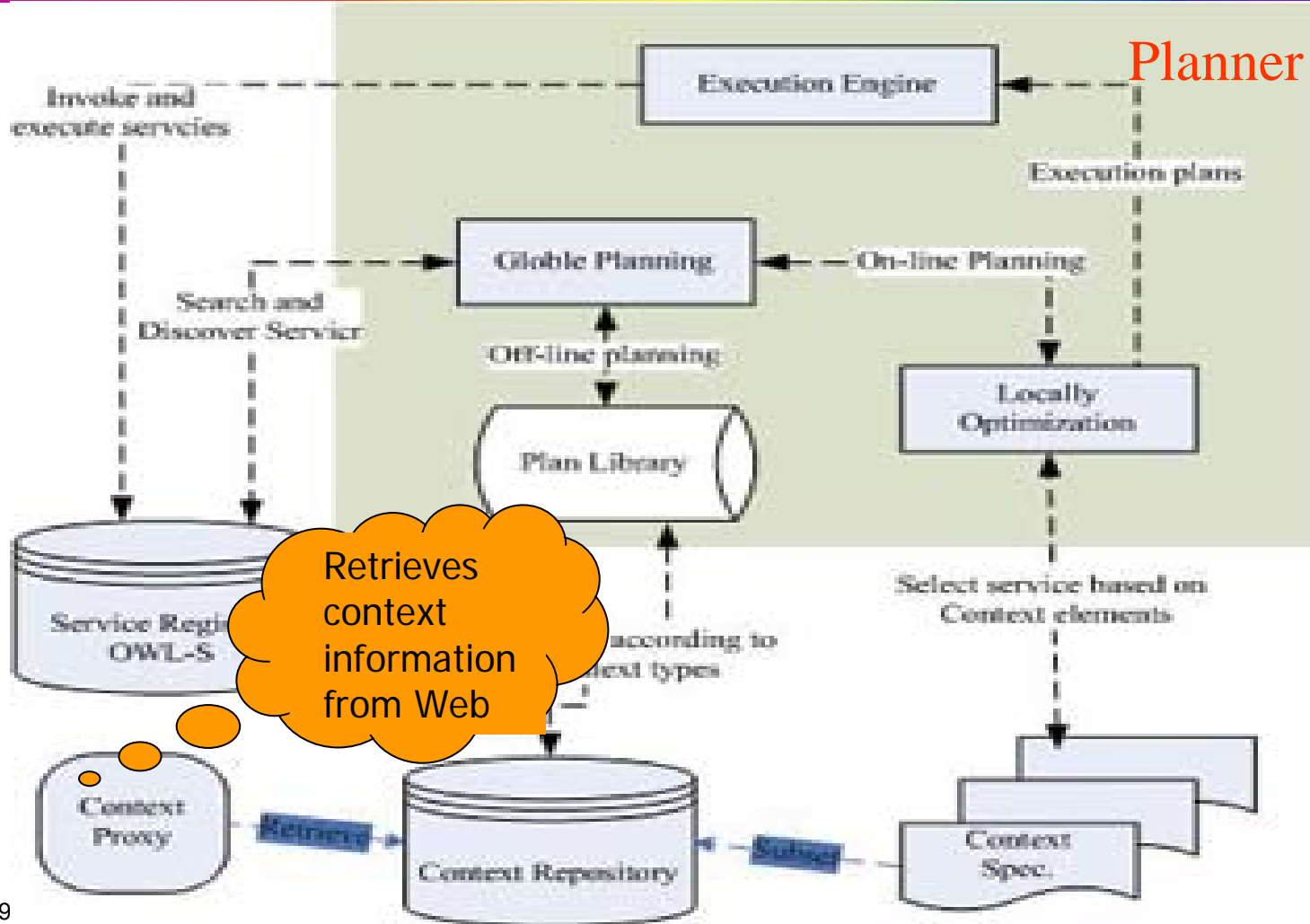
服务组合



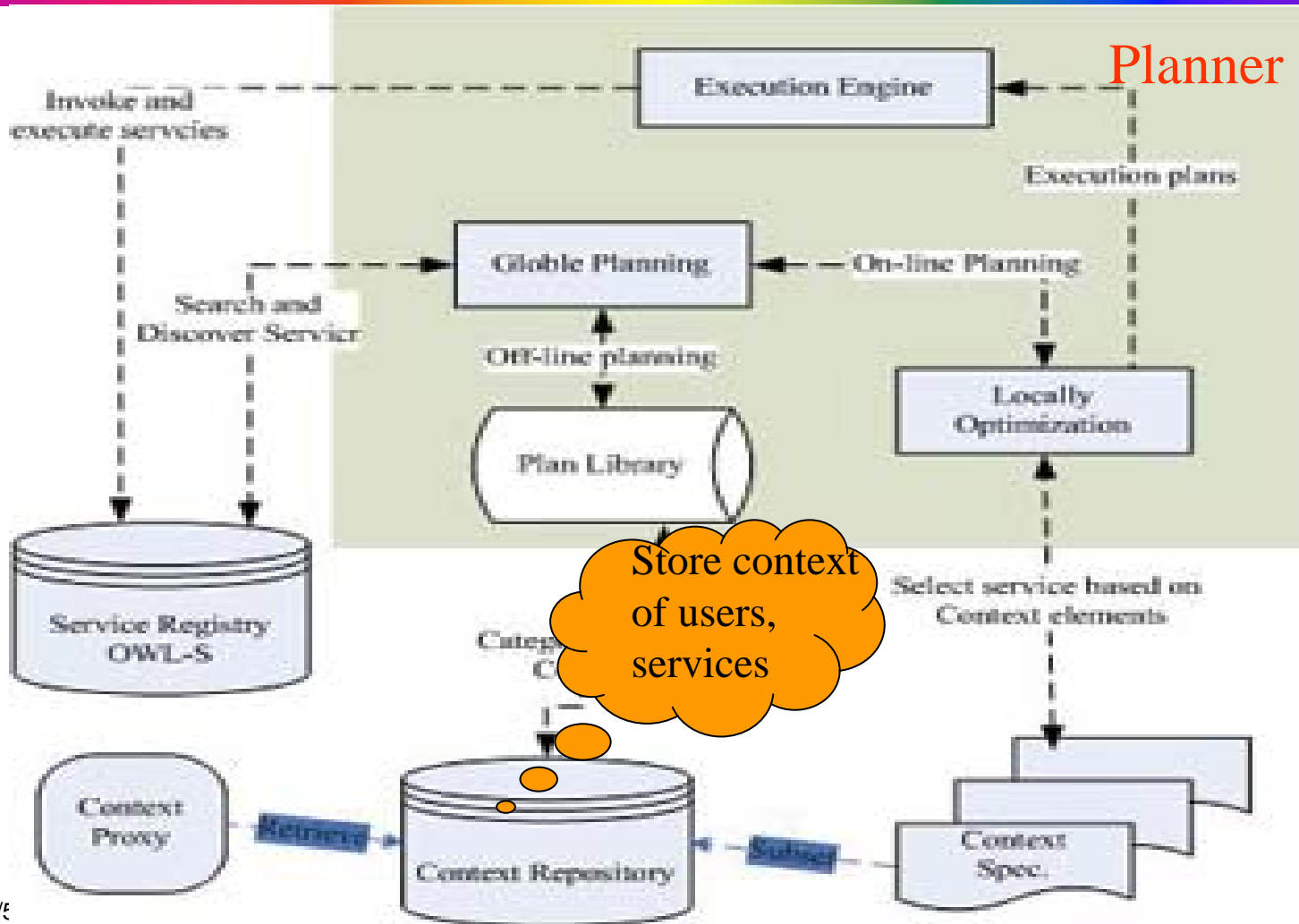
规划服务组合



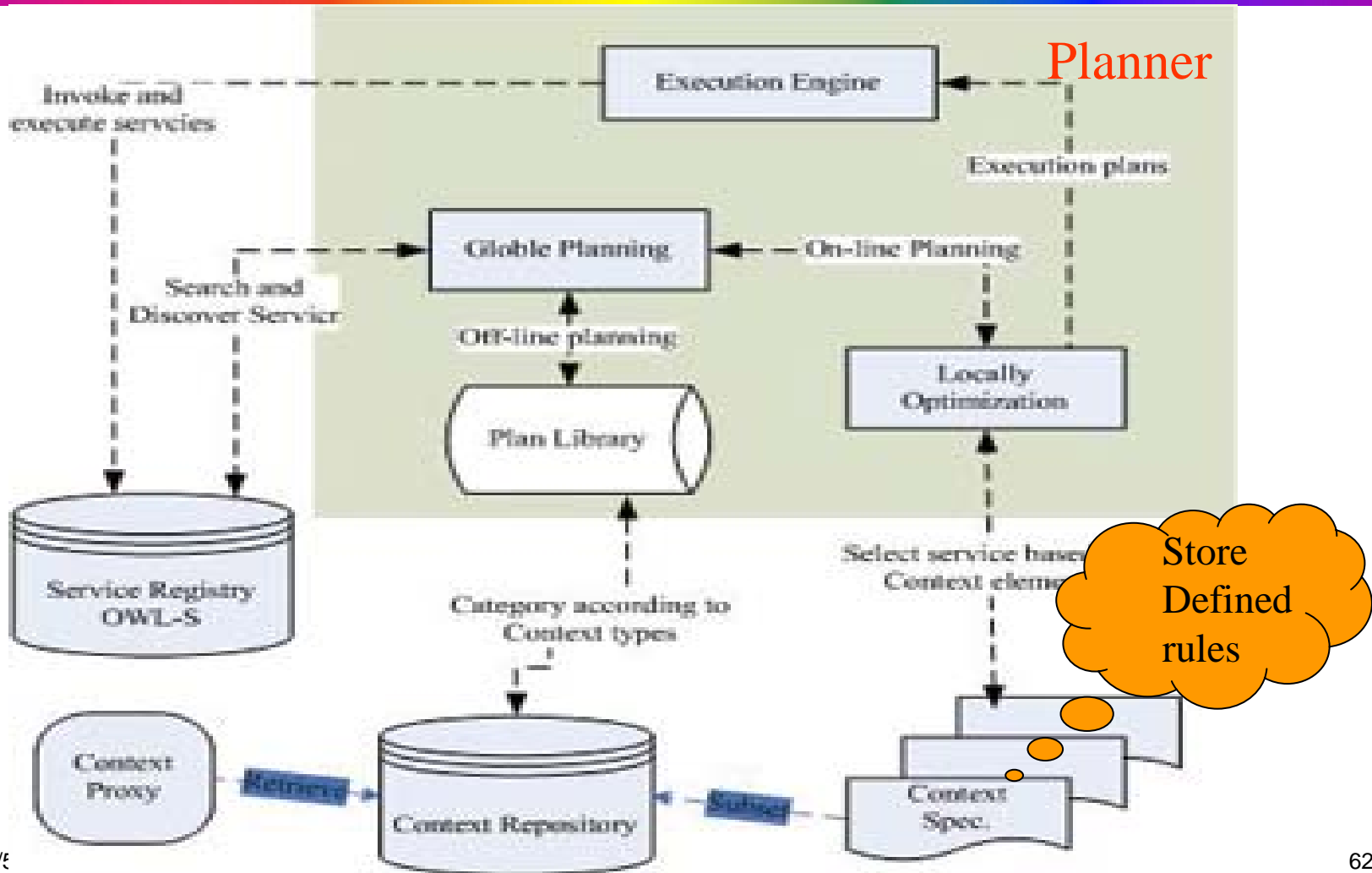
规划服务组合



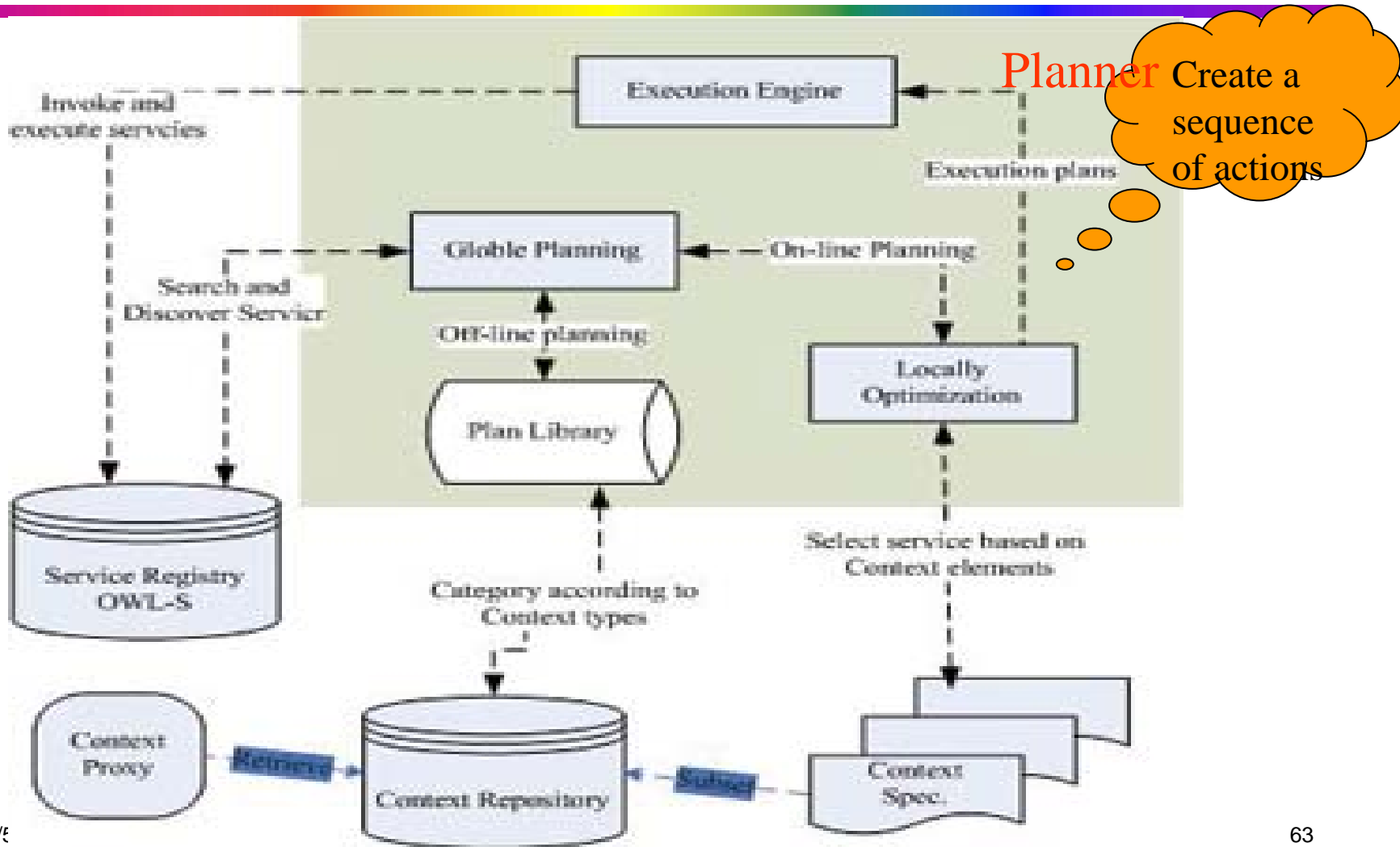
规划服务组合



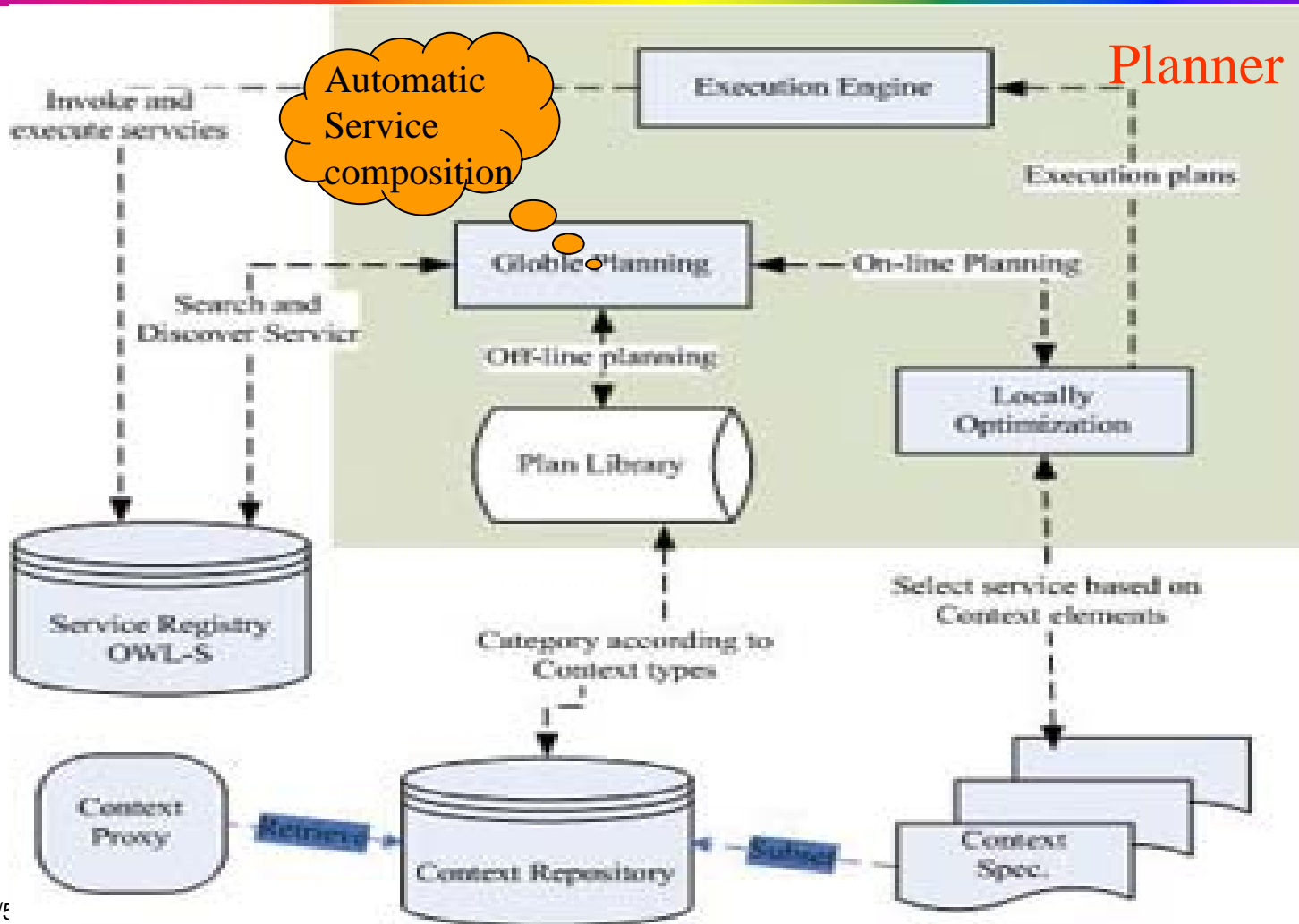
规划服务组合



规划服务组合



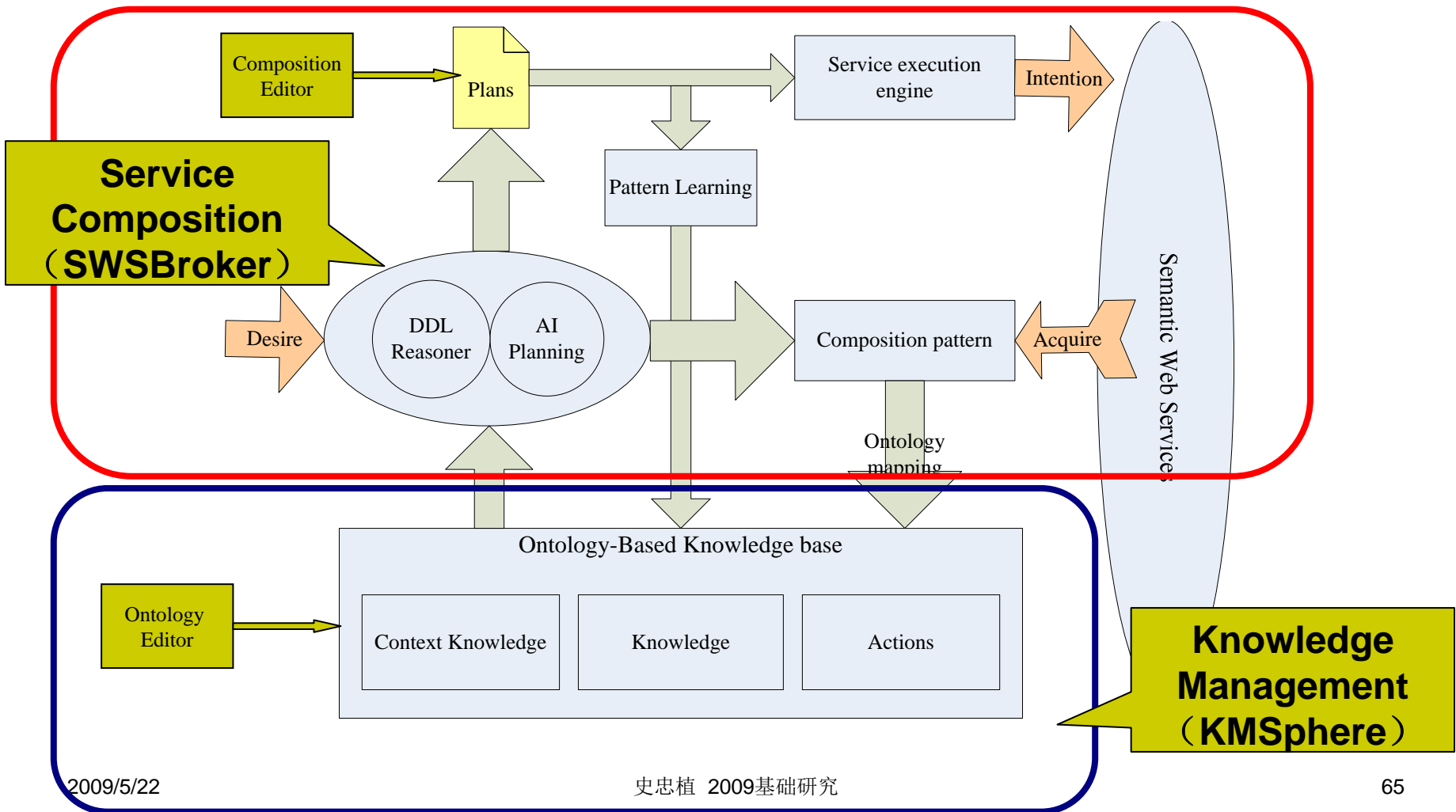
规划服务组合



语义Web服务代理系统 SWSBroker



中科院计算所
INSTITUTE OF COMPUTING
TECHNOLOGY



内容提要

1 引言

2 认知计算

3 语义计算

4 服务计算

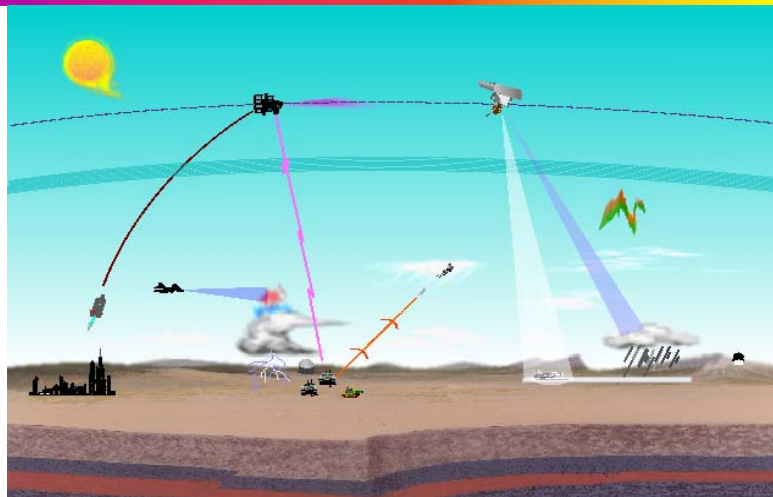
5 协同决策

6 展望

协同决策



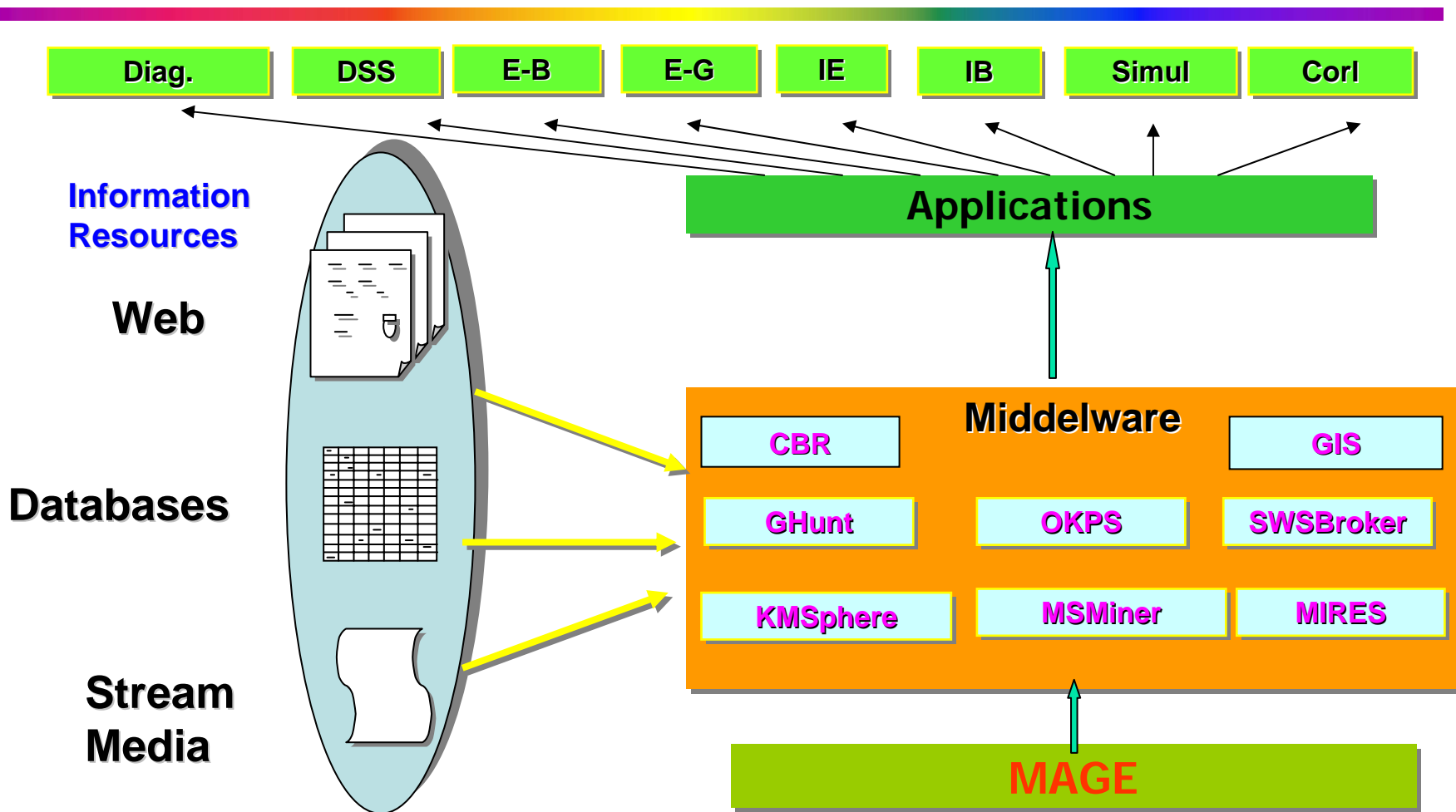
中科院计算所
INSTITUTE OF COMPUTING
TECHNOLOGY



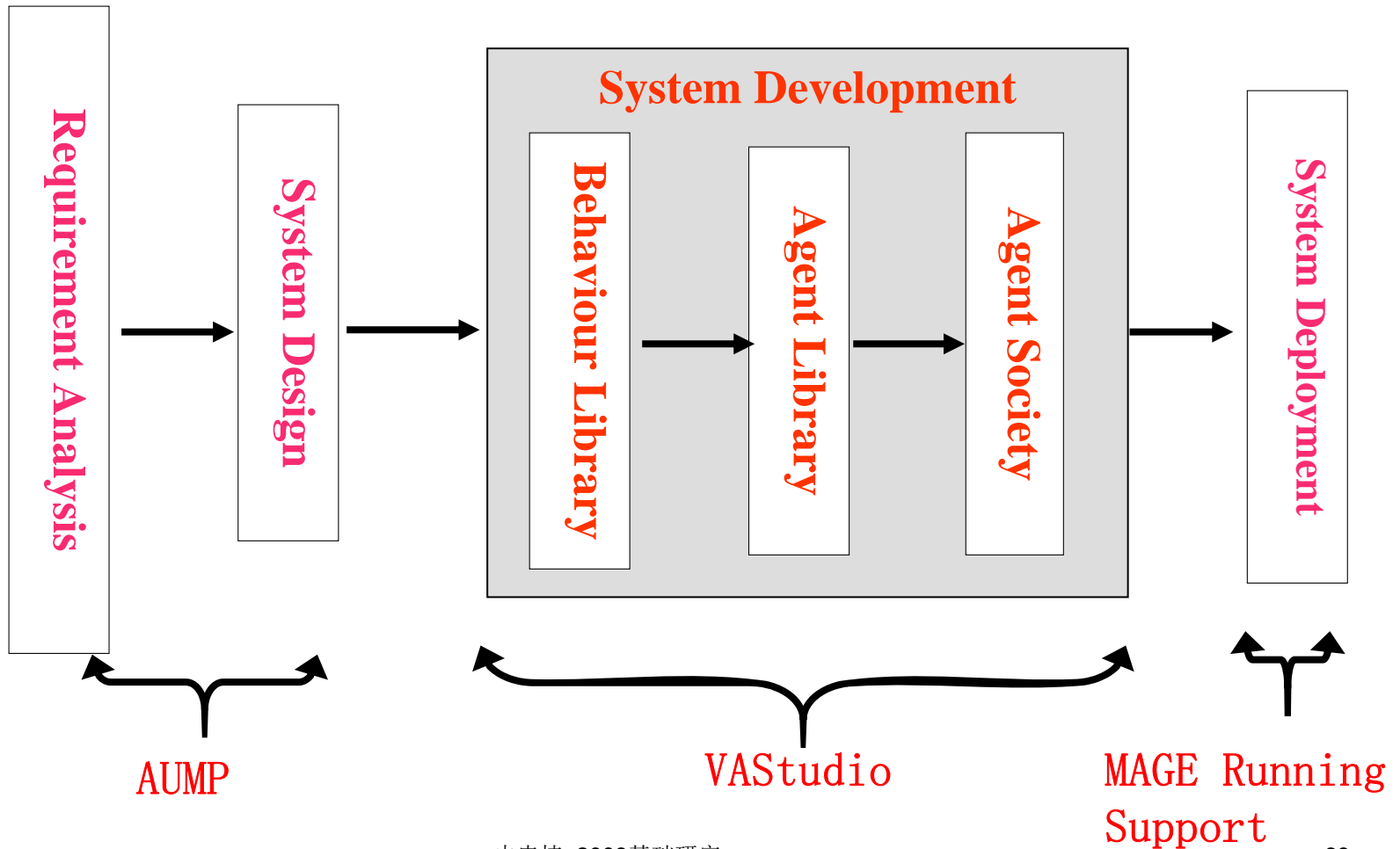
主体网格智能平台 AGrIP



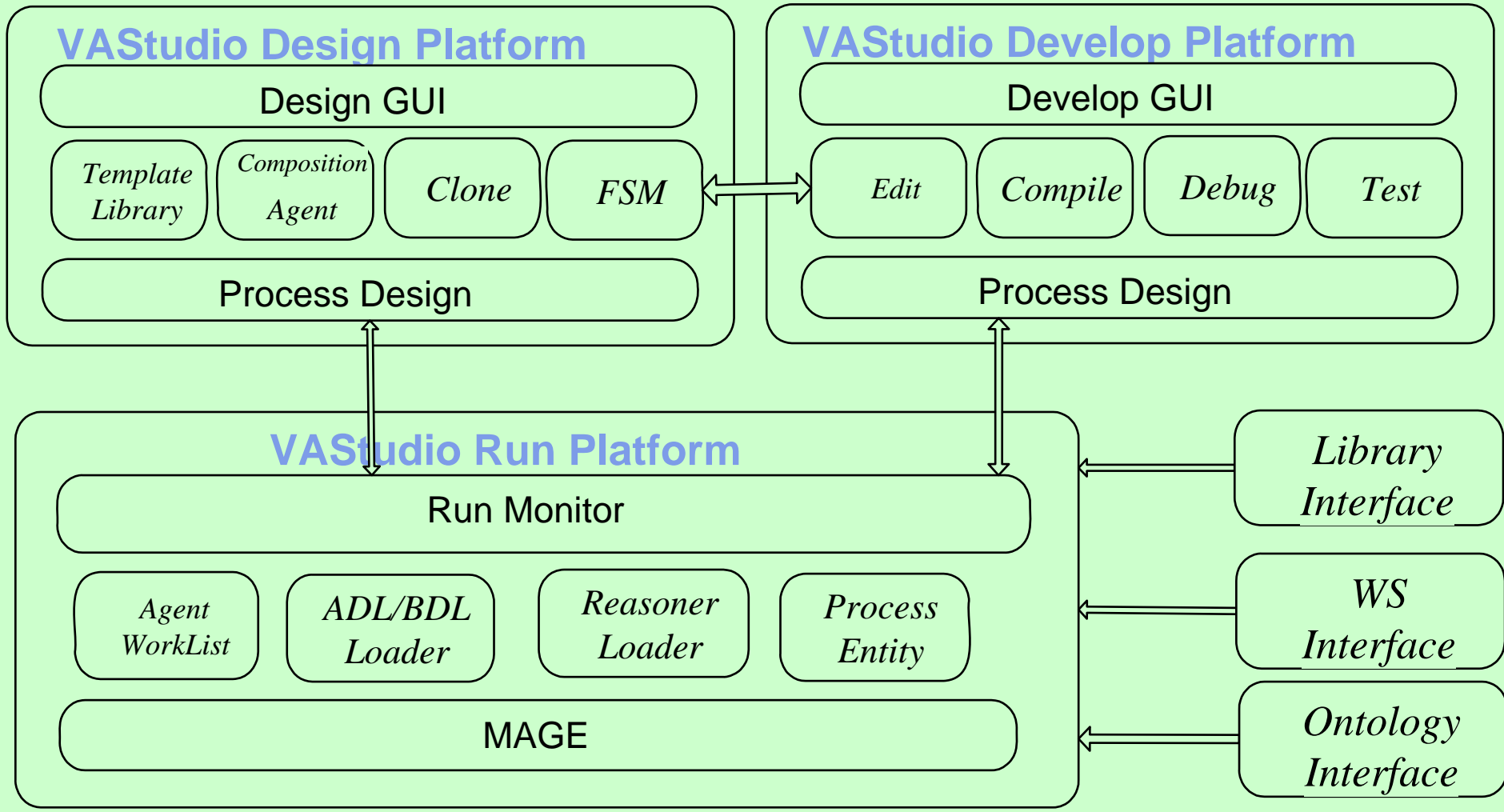
中科院计算所
INSTITUTE OF COMPUTING
TECHNOLOGY



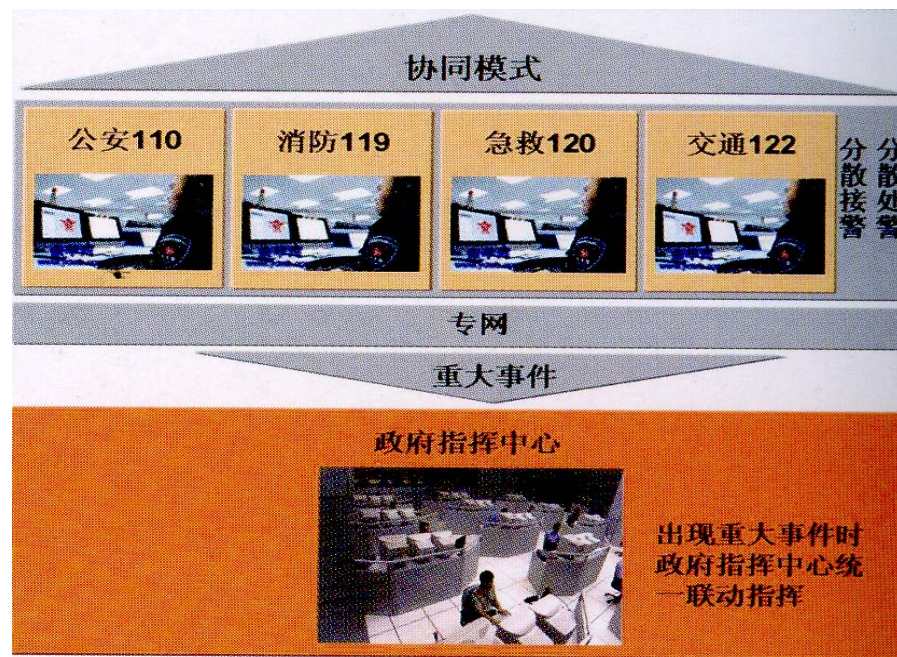
Multiagent Environment MAGE



VASudio Architecture

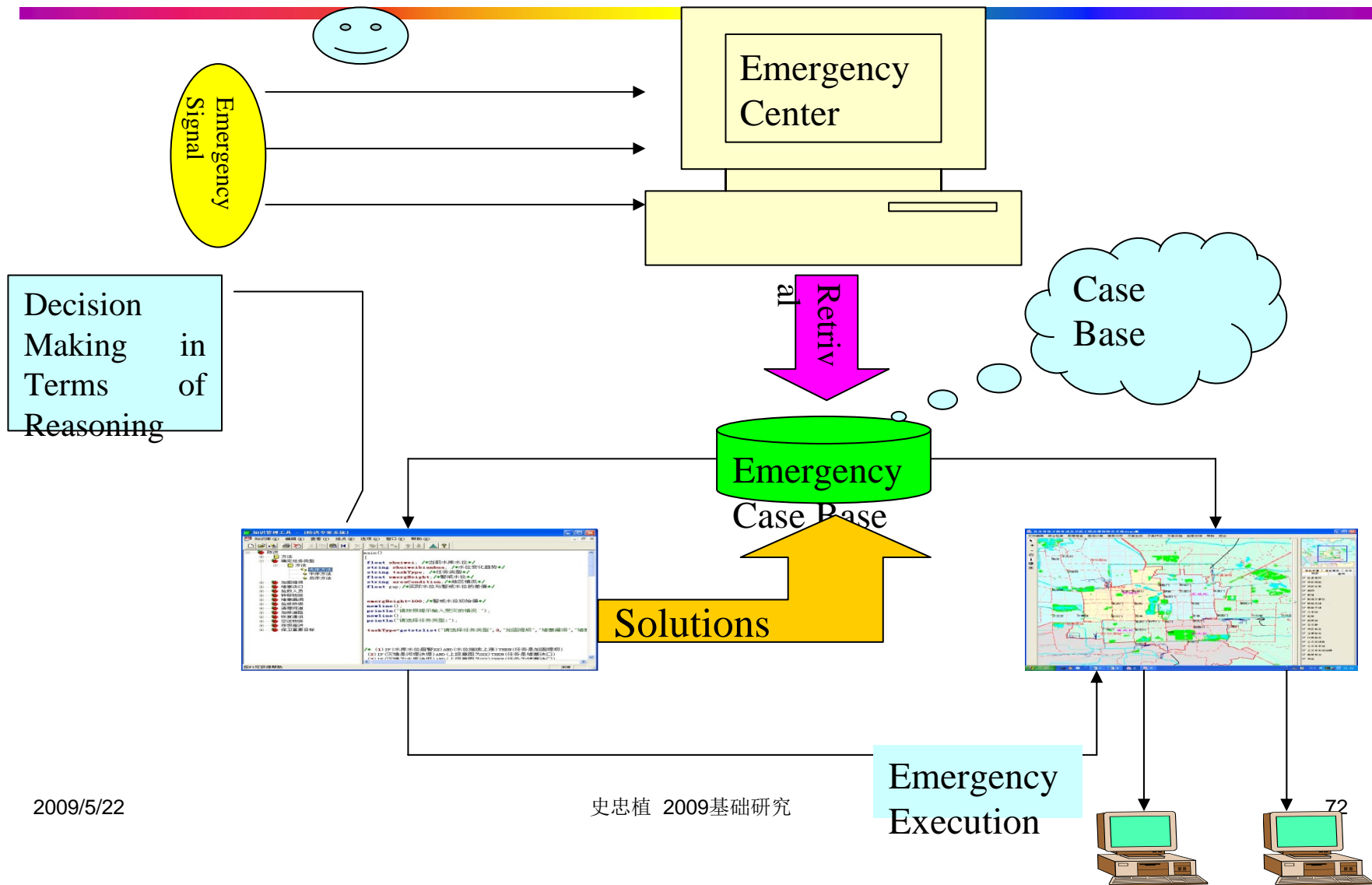


Collaborative Decision Making

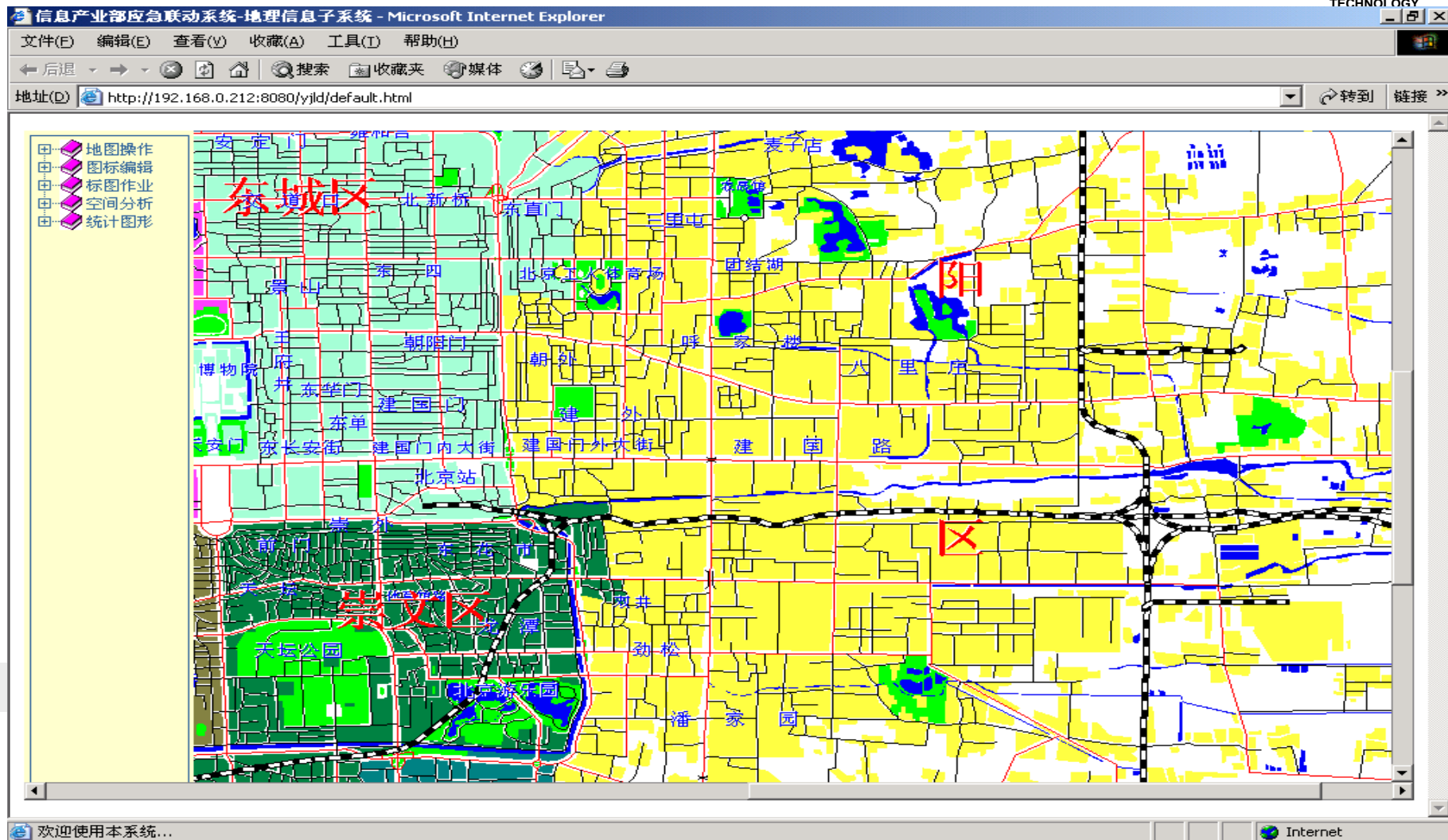


City Emergency Response

Emergency Interactive System GEIS



Geographical Information System



Machinetta

- Reusable software proxy architecture
 - Available in the public domain
 - Used in several domains, including 2 DARPA projects
- Provides support required for effective teamwork

Communication : Messages

to and from other proxies

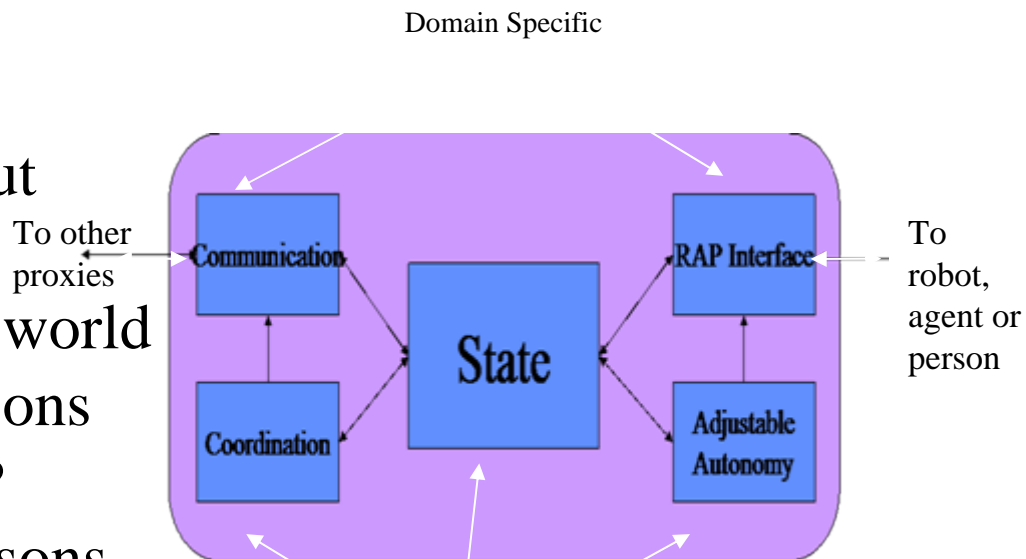
Coordination : Reasons about
required communication

State : Proxies model of the world

Adjustable Autonomy: Reasons
about interactions with RAP

Adjustable Autonomy : Reasons
about interactions with RAP

RAP Interface : Communication to
and from RAP

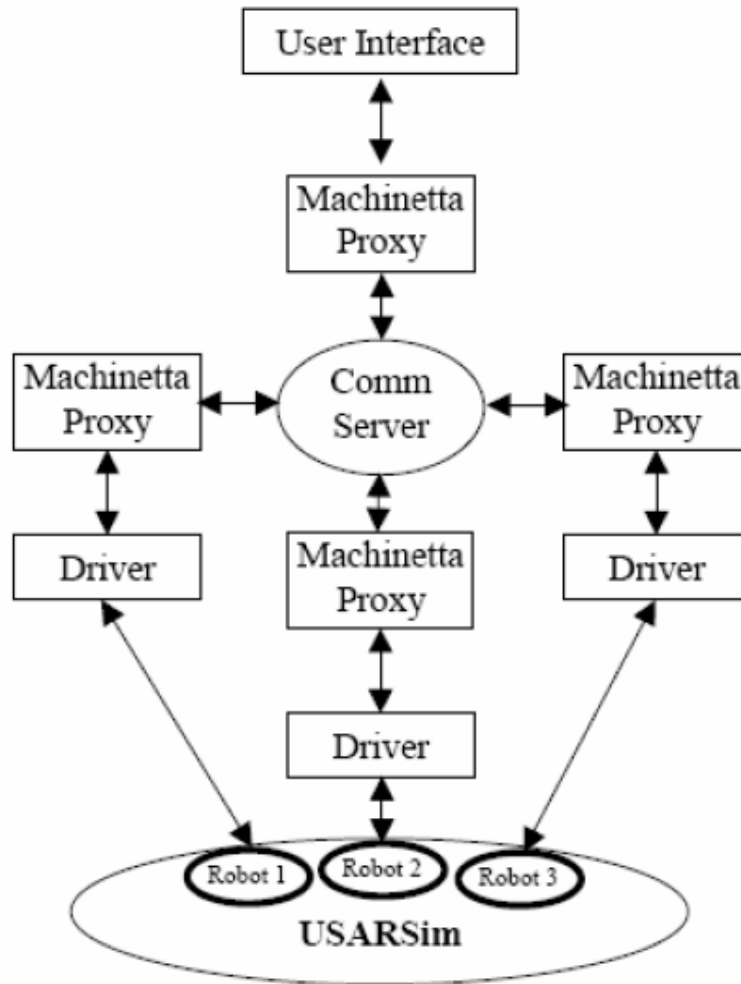


Domain Independent

Machinetta

Proxy Architecture

Machinetta-CMU



Machinetta provides:

- Coordination
- Adjustable autonomy
- Information fusing
- Role allocation
- Task deconfliction

Team-oriented plans describe plans in terms of:

- Roles
- Constraints between roles

多Agent动态影响图

将多Agent影响图 (MAIDs) 在时间上进行扩展，提出一种决策模型：多Agent动态影响图 (MADIDs)，用于表示动态环境中多Agent协作的结构关系。为了有效计算MADIDs的概率分布，以Agents之间的策略偏序关系为指导，给出概率分布的一种分解近似方法，进而讨论概率分布在推理中的近似。对MADIDs概率分布计算的复杂性、误差以及误差在时间上的传播进行分析，进而基于KL差分，给出一个可对近似分布的精度和复杂性进行均衡的函数。

致 谢

Question!

Intelligence Science
<http://www.intsci.ac.cn/>

中文版

