

---

# 日汉机器翻译系统中的多 Agent 研究

张捷 陈群秀

智能技术与系统国家重点实验室 清华大学计算机科学与技术系, 北京 100084

Email: zhang-jie99@mails.tsinghua.edu.cn

**摘要:** 机器翻译系统提高译文质量是一个关键性的难题。本文探讨如何在多方法的机器翻译系统中引入多 Agent 组织结构, 并提出一种多层次多 Agent 组织结构—类工程组织结构, 使用登记表通讯策略。该组织结构应用在多翻译方法的日汉 MTS 中, 使翻译质量有了较大的改善。

**关键词:** 多 Agent, 类工程组织结构, 登记表通讯策略, 日汉机器翻译

## 引言

机器翻译的发展经历了很长的时间, 单一翻译策略的机器翻译系统已经越来越难以取得进展。机器翻译的发展趋向一个多分析方法, 多语言模型的方向。然而如何把这些分析方法和语言模型协调综合起来, 使得综合处理的效果要好于每一个分析方法和语言模型的处理效果就成为一个研究的课题。

目前很多机器翻译系统都用开始采用引入其它领域的人工智能的方法来改善自己的系统, 如 Nirenburg 提出了多引擎 (Multi-engine) 的概念, 并在 PANGLOSS 系统予以具体实施。PANGLOSS Mark III 系统与其他翻译系统不同的是它有 3 个翻译引擎。一个是基于知识的翻译引擎, 为主引擎, 还有基于实例的翻译引擎和词汇转换引擎。每个引擎都试图翻译整个或部分输入源语, 由系统综合评价各引擎的输出, 最后系统输出总体最好结果。这样显然有利于排除具体方法的不足。Fuji Ren 也提出了一种多引擎的机器翻译, 采用集中控制器控制, 各个翻译方法独立翻译, 最后取评分最好的结果[5][6]。在结构组织上有采用串行结构的, 也有采用并行结构的。然而引入在理论上已经发展的比较成熟的多 Agent 组织结构来进行组织协调的研究还相对是一个空白。

我们的日汉机器翻译系统经过多年的研制, 已经有了丰富的资源和成果。系统包括分词系统, 基于配价模式、格语法和语义分类的混合模型方法、基于实例的翻译方法和基于断段分析翻译方法。本文提出一种多层次的多 Agent 组织结构—类工程组织结构, 并使用登记表通讯策略。在系统中应用此组织结构, 取得了比较好的效果。

## 1. 总体设计

### 1.1. 问题分析

系统中已经有了分词系统和三种翻译方法[2]。

基于配价模式、格语法和语义分类的混合模型方法采用动词配价模式和格语法的混合方法, 再加上将体词进行语义分类, 就能解决动词多义选择, 助词多义选择、甚至某些体词同形多义、同音异形问题[1]。但此方法在模式的覆盖面上存在着缺点, 模式主要面向的是动词的匹配, 而对句子中大量出现的使用灵活的助词则不可能在动词模式中全部列出。这个翻译方法在三种翻译方法中是效果最好, 资源最多, 最成熟的一个。

基于实例的翻译方法是基于语料库的翻译方法的其中一种。这个翻译方法的特点在于一旦能够在实例库中找到相似度够高的实例，翻译的结果就相当的准确。然而相反的，如果找不到相似度够高的实例，就基本翻译不出来。

“断段分析翻译方法”最初是由孙国钦在《速成科技日语》一书中作为一种学习方法提出来的，其核心思想是根据日语自身的特点，利用日语中助词、助动词的语法功能，把日语句子切分成小段，然后进行分段分析和生成，最终再合成整个句子的译文，即化难为易地进行翻译。这个方法的特点是翻译的覆盖面相对于定价模式更加广。这个方法对于简单句的翻译效果比较好，而处理复杂情况的能力比较有限。

问题的关键就在于如何把这三种翻译方法根据它们各自的特点组织起来，但对它们又要有所区别的对待，同时还考虑到组织结构的通用性和可扩展性，我们决定引入在理论上已经发展的相对成熟的多 Agent 组织结构来组织协调我们的翻译方法。我们根据各种多 Agent 组织结构的组织和通讯方法提出了一种类工程组织结构和登记表通讯策略。

## 1.2. 总体设计

在总体设计上我们考虑到翻译方法的不平等性，在组织结构上采取了多层次的策略，并通过登记表进行多个 Agent 之间的通讯。多层次使得不同的翻译方法可以充分发挥自己的特点而避免了平等策略下可能导致的翻译方法的优点没有得到体现，反而翻译结果的质量下降。

考虑到通用性，我们在组织结构的设计上应该独立于翻译方法和翻译语种，使得不同的机器翻译系统都可以采用这样的多 Agent 组织结构。并在此基础上进行扩展。考虑到可扩展性，我们在组织结构的设计上应该采用相对灵活的设计，在翻译方法的添加、丢弃和替换上有着充分的灵活性。同时我们的组织结构对于多机的并行计算也应该有着良好的可扩展性。考虑到多 Agent 并发的复杂度，我们采用分支线性的交叠式并发机制，即类似单 CPU 运行多进程程序的过程。并采用 Agent 拥有所有环境知识并且完全了解其它 Agent 的行为的模型[3]。同时制定了系统中的 Agent 的规则来消解冲突[4]。

## 1.3. 类工程组织结构

基于 2.2，我们提出了一种比较符合日汉机器翻译系统需求的多 Agent 组织结构—类工程组织结构。以下是类工程组织结构的模型设计。

### 1.3.1 Agent 类别

在类工程组织结构中有着 3 大类的 Agent。第 1 类是项目输入 Agent ( $A_{IN}$ )，它的作用是负责进行项目的输入。第 2 类是项目结果输出 Agent ( $A_{OUT}$ )，它的作用是判断项目是否完成并且负责进行项目完成结果的输出。第 3 类是不同层次的项目小组 Agent ( $A_{PRJ}$ )， $A_{PRJ}$  的作用是对输入的项目根据行为的设定进行处理。不同层次的  $A_{PRJ}$  有着不同的处理优先权限。每个层次可以有多个相同或者不同的  $A_{PRJ}$ 。而每个  $A_{PRJ}$  也可以有着一个或者多个资源和方法。

### 1.3.2 登记表通讯策略

登记表在类工程组织结构中是信息交换的中心。 $A_{IN}$  引进了项目要在登记表上进行登记， $A_{PRJ}$  对项目的占有以及对项目进行处理的结果都要在的登记表上进行登记，而  $A_{OUT}$  根据登记表上的信息判断项目是否完成，并且在登记表上删去已经输出结果的项目。各个 Agent 要根据资源的剩余量决定自己的行为，各个 Agent 对资源的消耗也都要登记在登记表上，以便其它 Agent 对其进行参考。

### 1.3.3 规则

各个 Agent 首先遵守资源限制规则，在剩余资源不能满足该 Agent 工作需求时放弃这次行为，等到剩余资源充足时再进行工作。 $A_{PRJ}$  占有某项目后，同一层次的其他  $A_{PRJ}$  就全部放弃该项目。层次低的  $A_{PRJ}$  只有在比它层次高的  $A_{PRJ}$  都对某项目进行处理之后才可以占有该项目。

### 1.3.4 组织结构图 (见图1)

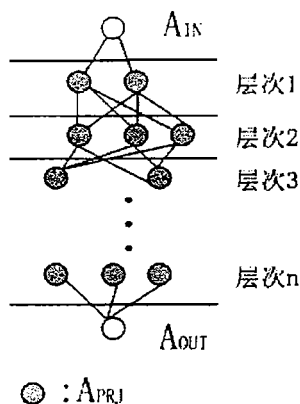


图1

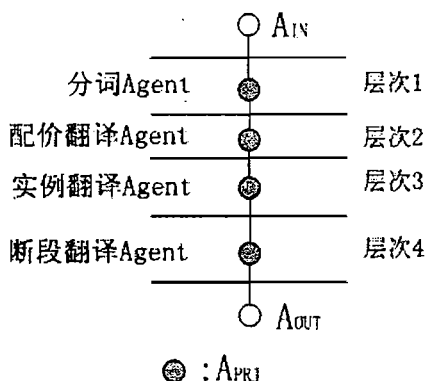


图2

图中的每一条从  $A_{IN}$  到  $A_{OUT}$  的顺序路径都是一条项目可能的解路径。

## 2. 系统具体设计

### 2.1 具体分析

在我们的日汉机器翻译系统中,需要输入源句,对源句进行分词,对源句进行翻译,最后输出翻译结果。三种翻译方法中基于配价模式、格语法和语义分类的混合模型方法采用动词配价模式和格语法的混合方法的层次最高,因为它的翻译效果分析效果都是最全面的。基于实例的翻译方法的层次其次,因为它的翻译效果可信度高。而断段分析翻译方法的翻译效果和分析效果与基于配价模式的混合方法以及基于实例的翻译方法相比可信度稍低,所以它的层次最低。基于以上层次安排,在翻译方法的改进中我们又基于配价模式、格语法和语义分类的混合模型方法中进行了对未匹配助词短语的翻译的加强,同时也使用了断段分析翻译方法和基于实例的翻译方法对未匹配助词短语进行翻译,以提高整体的翻译质量。在基于实例的翻译方法中进行了对已有匹配实例、但有未匹配部分的句子进行了用断段分析翻译方法进行翻译的加强。

### 2.2 具体设计

$A_{IN}$ : 负责读入待翻译的源句,把源句放在登记表上作为项目的登记。同时标记新项目进入。 $A_{IN}$ 还起着分解日文原文的功能,是靠日文标点的分隔完成的。如果登记表已经没有空位了而项目还没有登记完, $A_{IN}$ 就等待到登记表有空位了再进行项目引进登记工作。

$A_{OUT}$ : 对登记表上全部处理完毕的句子按照各个翻译 Agent 给出的评分,输出评分最高的结果。 $A_{OUT}$ 输出结果之后在登记表上把完成的项目擦掉,以留出空位填写新的项目。

$A_{PRJ}$ : 层次1含有分词 Agent,因为在句子被翻译之前都需要分词,后面的翻译以此为基础。分词 Agent 在登记表上寻找还没有进行分词的句子,然后根据资源剩余情况决定是否现在就进行工作,资源不足时 Agent 将等待至有足够的资源再进行工作,登记资源占用情况。分词结束后分词 Agent 在登记表上登记分词的结果和资源的释放,然后再寻找没有进行分词的句子。因为句子要按顺序输出,以免破坏原文的顺序,所以在分词 Agent 在登记表上寻找没有分词的句子时,对句子顺序靠前的优先进行处理。

层次2 含有基于配价模式、格语法和语义分类的混合模型方法的 Agent, 简称为配价翻译 Agent。配价翻译方法的翻译效果在系统中是最好的, 而且对于句子的分析比较普遍, 但是需要断段翻译方法以及基于实例翻译方法的配合加强。所以这个 Agent 中有 3 个翻译方法。配价翻译 Agent 在登记表上寻找已经进行了分词处理但还没有进行翻译的句子, 句子顺序靠前的优先处理。资源占用登记管理同前。工作结束后配价翻译 Agent 登记工作结果和资源释放情况, 然后在登记表上寻找已经进行了分词处理但还没有进行翻译的句子。

层次3 含有基于实例的翻译方法 Agent, 简称为实例翻译 Agent。实例翻译的特点翻译的结果(好或者不好)的可信度也最高。实例翻译 Agent 在登记表上寻找已经进行了分词处理而且进行了配价翻译但还没有经过实例翻译 Agent 处理的句子, 句子顺序靠前的优先处理。资源占用登记管理同前。工作结束后实例翻译 Agent 登记工作结果和资源释放情况, 然后在登记表上寻找已经进行了分词处理而且进行了配价翻译但还没有进行实例翻译 Agent 处理的句子。由于实例翻译方法中对有匹配实例但还存在未匹配部分的句子进行了断段翻译方法对其进行翻译的加强, 所以实例翻译 Agent 中有 2 个翻译方法。

层次4 含有断段分析翻译方法 Agent, 简称为断段翻译 Agent。这个 Agent 中只包含有 1 个翻译方法和资源。断段翻译的特点是以助词为中心对句子进行分析, 所以对长句子有一定的分析能力, 但是翻译的结果在短语级比较好, 在句子级比较差一些。断段翻译 Agent 在登记表上寻找已经进行了分词处理而且进行了配价翻译和实例翻译 Agent 处理但还没有进行断段翻译 Agent 处理的句子, 句子顺序靠前的优先处理。资源占用登记管理同前。工作结束后断段翻译 Agent 登记工作结果和资源释放情况, 然后在登记表上寻找已经进行了分词处理而且进行了配价翻译和实例翻译但还没有进行断段翻译 Agent 处理的句子。

由于我们的系统现在运行在单机上, 在任何一个层次的  $A_{PRJ}$  的数量多于一个的时候, 翻译的速度都有明显的下降, 所以我们的系统的每个层次只有一个  $A_{PRJ}$ 。同时为了减少不必要的过程, 我们规定, 对于非层次1 和层次2 的  $A_{PRJ}$ , 当有一个层次高于它的  $A_{PRJ}$  的翻译结果的评分高于事先规定的完全接受阈值时, 该  $A_{PRJ}$  仅仅登记处理过该项目, 给一个 0 分, 而不再进行真正的翻译过程了。阈值规定如下:

配价翻译 Agent 的完全接受阈值定为 0.8, 实例翻译 Agent 的完全接受阈值定为 0.9。

## 2.3 组织结构图 (见前面图2)

## 2.4 翻译过程的实例

日文原句: 田中さんは毎朝紅茶を 2 杯飲みます。

$A_{IN}$  读入原句后分词 Agent 对其进行分词, 配价翻译 Agent 判断原句分词结束后进行翻译, 翻译结果为: “田中 先生 每天早上(每天早晨) 喝红茶 2 杯。”, 评分为 0.716667, 评分没有得到满分主要是由于“每朝”在“飲みます”的配价模式中没有得到匹配, 最后用缺省模式分析方法加入的翻译, 由此带来了一些干扰。

这之后实例翻译 Agent 判断配价翻译 Agent 的翻译结果的评分小于配价翻译完全接受阈值 0.8, 于是实例翻译 Agent 开始对句子进行翻译, 结果为: “田中先生每天早上喝 2 杯红茶。” 评分为 0.988889。

然后断段翻译 Agent 判断配价翻译 Agent 和实例翻译 Agent 给出的翻译结果评分, 配价翻译 Agent 结果评分小于配价翻译完全接受阈值 0.8, 但是实例翻译 Agent 结果评分大于实例翻译完全接受阈值 0.9。于是不再对句子进行翻译, 登记断段翻译评分 0 分。

$A_{OUT}$  对 3 个层次的翻译 Agent 的结果进行比较, 决定输出得到了最高分的实例翻译 Agent 的翻译结果: “田中先生每天早上喝 2 杯红茶。”。

## 2.5 扩展分析

在现有系统中每个  $A_{PRJ}$  层次只包含有一个  $A_{PRJ}$  是由于每个  $A_{PRJ}$  层次只包含一种  $A_{PRJ}$ ，同时在单机上运行多 Agent 组织结构程序在速度上有限制。如果我们对系统进行多机并行运算的扩展，则我们可以增加每个层次的  $A_{PRJ}$  数量，当相同的  $A_{PRJ}$  在不同的单机上存在时，就可以做到真正的并行运算，以提高翻译的速度。

对于新的  $A_{PRJ}$  的引入也很方便，只要确定好新  $A_{PRJ}$  的层次，并在新  $A_{PRJ}$  中加入系统的规则就可以加入到系统中来，当然我们还需要调整由于它的引入带来其他  $A_{PRJ}$  的层次变化，以及  $A_{OUT}$  对各个  $A_{PRJ}$  翻译结果的评分的判断。

对于整个系统的扩展还可以把这个系统作为一个  $A_{PRJ}$  加入到一个大的类工程组织结构中去， $A_{IN}$  和  $A_{OUT}$  的作用不变，而  $A_{PRJ}$  只有一层，这一层中每一个  $A_{PRJ}$  就是一个现有系统，由它来接受待翻译源句，然后给出翻译结果， $A_{OUT}$  对其进行输出。

## 3. 结果及分析

组织结构	句子数	可接受数
类工程组织结构	339	327
原串行结构	339	288

翻译结果对比举例：

日文原句1：まずここから天安門を見て、それから上へ登りましょう。

原串行结构翻译结果：首先 这里 から可以看见天安门，然后 登(攀登) 向上(上面)。

类工程组织结构系统翻译结果：首先 从这里 可以看见 天安门，然后 登(攀登) 向上(上面)。

在采用类工程组织结构后，我们对 339 句的语料进行了翻译，译文的可接受率为 96.46%，而在引入多 Agent 结构之前的系统译文可接受率为 84.96%，提高了 11.50% 的译文的可接受率。

实验结果表明，在用类工程组织结构对系统中多个翻译方法进行组织协调后，翻译的质量有了相当的提高，类工程组织结构的引入是成功的。

但是组织结构对系统的翻译质量的提高是建立在单个翻译方法的翻译质量之上的，不可能无限制的提高。要再进一步的提高翻译的质量，还是要从提高分词方法以及三个翻译方法的结果质量着手，或者再添加新的，效果更好的翻译方法。

## 4. 结语

机器翻译中多个方法之间的组织协调是一个重要的课题，我们的工作是对引入多 Agent 组织结构到多方法机器翻译系统中的一次尝试，并取得了一定的效果，希望能对相关领域的研究开发人员起到参考借鉴的作用。

### 参考文献

- [1] 孙勇 . 日汉机器翻译系统的鲁棒性研究及系统集成 . 清华大学计算机系硕士论文 1998 年
- [2] Chen Qunxiu, Zhang Jie, Sun yong . Design and Realization of Integrated Representing Model for Machine Translation System from Japanese to Chinese", 2000 International Conference on Multilingual Information Processing, 2000 年

- 
- [3] Mukhopadhyay, S. ; Bindu Jain . Multi-agent Markov Decision Processes with Limited Agent Communication . Intelligent Control, 2001. (ISIC'01). Proceedings of the 2001 IEEE International Symposium on , 2001 Page(s): 7 -12
- [4] Egerstedt, M. ; Xiaoming Hu . Formation Constrained Multi-agent Control . Robotics and Automation, IEEE Transactions on , Volume: 17 Issue: 6 , Dec. 2001 Page(s): 947 -951
- [5] Fuji Ren; Hongzhi Shi; Shingo Kuroiwa . A New Machine Translation Approach using Multiple Translation Engines and Sentence Partitioning . Systems, Man, and Cybernetics, 2001 IEEE International Conference on , Volume: 3 , 2001 Page(s): 1699 -1704 vol.3
- [6] Ren, F. Dialogue Machine Translation System using Multiple Translation Processors . Database and Expert Systems Applications, 2000. Proceedings. 11th International Workshop on , 2000 Page(s): 143 - 152

作者简介： 张捷（1977—），男，北京人，硕士生，主要研究领域为自然语言理解、机器翻译；陈群秀（1948—），女，江西省高安市人，副教授，主要研究领域为人工智能、自然语言理解、机器翻译、计算语言学、中文信息处理方面的科研、教学。

## Research of Multi Agent in MTS from Japanese to Chinese

Zhang Jie Chen Qunxiu

*State Key Laboratory of Intelligent Technology and System*

*Dept. of Computer Science & Technology, Tsinghua University, Beijing 100084*

Email: zhang-jie99@mails.tsinghua.edu.cn

**Abstract** : How to improve the quality of the translation result is a difficult problem in research and development of machine translation system. In this paper we will discuss how to add multi agent architecture to machine translation system with multi translation method to improve the quality of the translation result. And we present a project-like architecture with multi level and a billboard correspond strategy. This architecture is used in our multi method machine translation system from Japanese to Chinese, and we get a much better translation result.

**Keywords** : Multi Agent, project-like architecture, billboard correspond strategy, machine translation from Japanese to Chinese