

## 歩行者 ITS における列車運行情報の知的情報伝達サービス

中野貴彦†      原英樹‡      菅原研次‡

† 千葉工業大学大学院工学研究科情報工学専攻  
‡ 千葉工業大学情報科学部情報ネットワーク学科

最近の携帯端末の普及と性能向上によって、歩行者は移動中に様々な情報を容易に得ることができるようになってきた。ところで歩行者の居る場所や時間、またはスケジュールによって歩行者が必要とする情報が異なってくる。現行のサービスでは、ホームページの閲覧か、メール配信サービスなど静的な情報提供や定型的配信サービスが主で、いずれも歩行者のスケジュールに動的に対応することが困難である。そこで、歩行者のスケジュールに基づいて、歩行者の欲しい情報と街で発生する情報を、動的に結びつけるためのインフォメーションマッチメイキングの機構を提案する。

## Intelligent Communication-of-Information Service of Train Operation Information for Pedestrian ITS

Takahiko Nakano †    Hideki Hara ‡    Kenji Sugawara ‡

† Graduate Course of Computer Science, Chiba Institute of Technology.  
‡ Department of Network Science, Chiba Institute of Technology.

By the spread and the improvement in the latest personal digital assistant, pedestrians can acquire various information easily during their movement. By the way, information that a pedestrian needs depends on the place and time, or the schedule. With the present service, finite distribution services, such as perusal of a homepage and mail distribution service, are mainly provided for users. Therefore it is difficult for each to correspond to a pedestrian's schedule dynamically with present service. In this paper, we propose on intelligent service to deliver information for pedestrians depending on the position, the time and schedule. To realize the service, we design an information match-making mechanism based on an agent technology.

# 1. はじめに

歩行者 ITS には，外出先において必要な情報を状況に応じて動的に受け取ることができるサービスが必要である．そのようなサービスの例として，列車運行情報の提供が挙げられる[1]．歩行者にとって必要な情報は，その歩行者の存在する場所あるいはその後のスケジュールに依存して決定される．例えば図 1 に示すように，d 日の t 時に御茶ノ水駅で電車故障が発生して，中央線に運転見合せの状況が発生したとする．歩行者 A が津田沼の大学で授業を受けており，君津にある自宅との通学をしているとすると，この列車運行情報は，通常は A は必要としない．しかし，d 日の(t+ )時に新宿での研究会に出席する予定があるとすると，この情報は歩行者 A に伝達されなければならない．すなわち，街で発生する様々な情報は歩行者の生活のスケジュールに依存して，その必要性が動的に変化する．

現在 Web や i モードサービス[2]など，様々な街の情報を提供する仕組みが存在するが，これらはおおむね静的(受動的)な情報で，歩行者がブラウザなどを利用して，自らその情報を検索するか，あるいはメール配信サービスに事前に登録して，それらの情報を獲得することが必要である．これらは，歩行者の定型的(日常的)業務のための情報を獲得するためには十分なサービスであるが，例に述べたように，非定型的なイベントに対して動的に必要な情報を獲得することはできない．従って，歩行者のスケジュールに依存して，街情報や列車運行情報を動的に提供する仕組みが必要である．

本稿では，この問題を考えるために，歩行者のスケジュールに依存して列車運行情報を提供する問題に領域を絞って考察を行う．既存の列車運行情報配信サービスは，あらかじめ情報提供を受ける路線などの設定をすることから，歩行者が常に同じ路線

を使用することを前提に提供されていると考えられる．よって，事前に設定した路線・時間帯・曜日に当てはまる運行情報しか提供しない．本稿の目的は，歩行者のスケジュールから使用する路線を推測し，その時に必要な運行情報を，必要な情報だけ提供する知的情報伝達サービスについて，その方式を提案し，実装について述べることである．

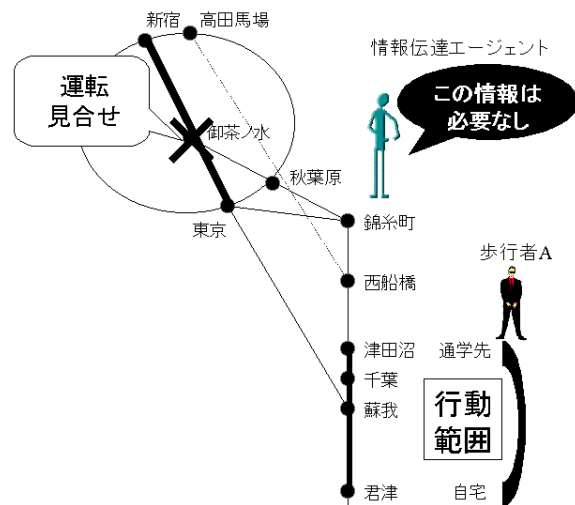


図 1 列車運行情報と歩行者のスケジュールとのマッチメイキング

## 2. 歩行者の必要とする列車運行情報のスケジュール依存性

歩行者が外出先で列車の運行情報を得る方法として，NTT ドコモの i モードサービスによるホームページの閲覧や，メール配信サービスに加入する方法がある．これにより，情報提供されているすべての路線について必要とする運行情報を閲覧することが可能である．

しかし，ホームページの閲覧という方法では，自分が情報を必要と考えた時や，一定の時間間隔毎にアクセスする必要があり，突発的な運行情報を必要な時に得ることは困難である．

一方，メール配信サービスでは，あらか

じめ運行情報を受ける路線・曜日・時間の指定を設定しておくこと、それに該当する運行情報が発生した時にメールが配信される。また、普段自分が行動する範囲外である情報を受信しないように設定することができる。メール配信サービスでは、このように情報の取捨選択（情報フィルタリング）を行っている。

しかし、膨大な量の情報に対してフィルタを設定する作業は、利用者にとって負担である。更に、このフィルタの設定が利用者のスケジュールに基づく移動に伴い動的に変化する場合、このフィルタを動的に制御することは、利用者にとって更に大きな負担になり、これを利用者にとって代わって行う何かしらの支援機能が必要となる。

例えば図2に示すように、A駅にいる歩行者が移動の目的地がD駅だとすると、その歩行者に必要な列車運行情報は、A B C Dの経路に関する運行情報である。ところが、歩行者の目的地がF駅に変更されたとすると、必要な列車運行情報はA B C E Fの経路に関する情報であり、C D間の情報は必要でなくなる。

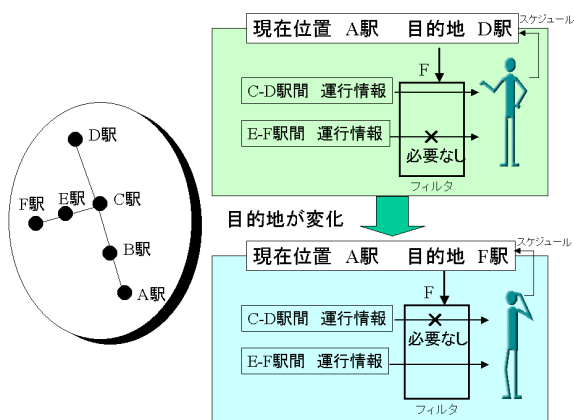


図2 目的地の変化に伴う必要な情報の変化

このような、歩行者のスケジュールに依存して歩行者に情報を提供する機能を、スケジュール依存型情報提供機能と呼ぶことにする。スケジュール依存型列車運行情報提供機能は図3に示すように、利用者のス

ケジュールを獲得する機能、列車運行情報提供機能、スケジュールに依存した列車運行情報フィルタ機能、により実現される。

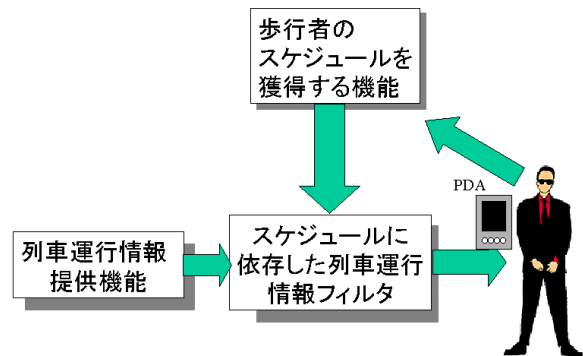


図3 スケジュール依存型列車運行情報提供機能Fs

### 3. 歩行者 ITS のためのスケジュール依存型情報提供機能の実現方式

歩行者 ITS の重要なサービスの1つとして、街の中での移動や活動を支援するための適切な情報を、適切な時点で提供する機能がある。図4にこれを実現するシステムの概略図を示す。

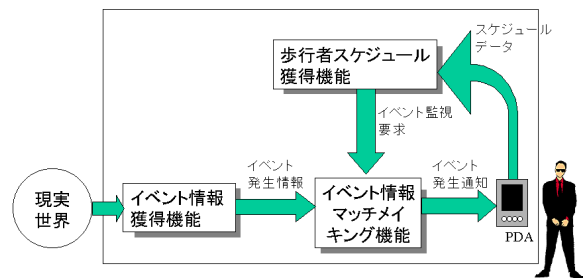


図4 スケジュール依存型情報提供システム

スケジュール依存型情報提供システムは、図4に示すように、(1)イベント情報獲得機能、(2)歩行者スケジュール獲得機能、(3)イベント情報マッチメイキング機能から構成される。

#### (1) イベント情報獲得機能

イベント情報獲得機能は、図5に示すよう

に、列車運行などの現実世界の様々な情報をイベント情報として収集し、それをイベント発生情報として、イベント情報マッチメイキング機能に通知する。ここでは、現実世界の様々な情報は Web 情報空間のホームページや、データベースに時々刻々書き込まれていくものと仮定する。このような Web 情報空間の変化を監視しているエージェントをイベント獲得エージェント (EA-ag) と呼ぶことにする。EA-ag は、あらかじめ定められた Web 情報を監視し、ある変化が発生したら、「イベント発生」をイベント情報マッチメイキング機能に通知することを目的とするエージェントである。EA-ag は、それぞれ異なる目的を持ち、このようなエージェントの集団をイベント情報獲得エージェント場 (EAPlace) と呼ぶことにする。

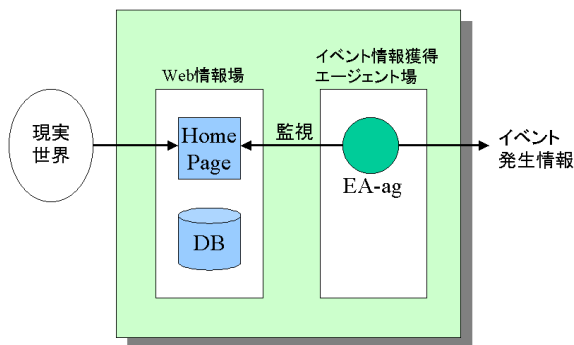


図 5 イベント情報獲得機能

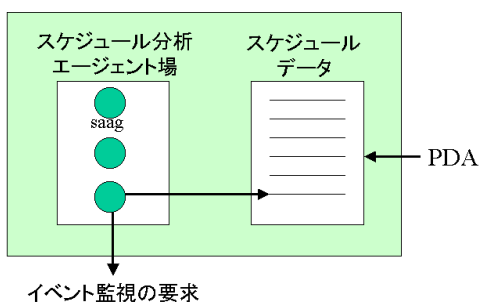


図 6 歩行者スケジュール獲得機能

### (2) 歩行者スケジュール獲得機能

歩行者スケジュール獲得機能は、図 6 に示すように、PDA あるいはデスクトップパーソ

ナルのスケジュール管理ソフトウェアからスケジュールデータを獲得し、これを分析して、その歩行者の移動を抽出する。その移動を実現するための移動プランを生成し、移動プランを阻害するイベントが発生しないかどうかを監視するための、「イベント監視要求」をイベント情報マッチメイキング機能に通知する。

### (3) イベント情報マッチメイキング機能

イベント情報マッチメイキング機能は、イベント情報獲得機能から「イベント発生通知」を受信すると、イベントエージェント生成場にイベントエージェント eag を一つ生成し、この後 eag は、マッチメイキング場に移動する。この eag は、イベント発生情報を必要とする監視エージェントを探索する。一方、歩行者スケジュール獲得機能からイベント監視要求を受信すると、監視エージェント場に監視エージェント wag を一つ生成し、この後 wag はマッチメイキング場に移動する。この wag は、このエージェントの探索目標であるイベントエージェント eag を探索する。マッチメイキング場は情報のカテゴリごとに、いくつかの場に分割されており、eag, wag はその場を移動しながらそのエージェントの有効期間の範囲で探索を継続する。ある eag と wag の間でマッチメイクが成立すれば、wag は監視エージェント場に帰り、その結果を歩行者の PDA に通知する。

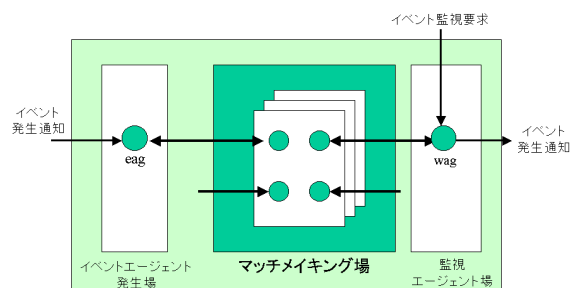


図 7 イベント情報マッチメイキング機能

## 4. ADIPS フレームワーク

3章で述べたスケジュール依存型情報提供システムの機能は、図5～図7で示したエージェントとその協調により実現される。これらのエージェントは、ADIPS フレームワーク[7]を用いて開発される。ADIPS フレームワークには、図8に示すリポジトリによるエージェント生成機能と、図9に示すエージェントのアーキテクチャ及びルール型のエージェントプログラミング言語を提供している。

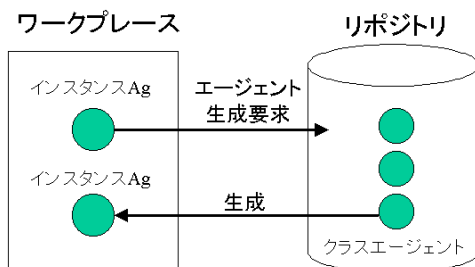


図8 ADIPS フレームワークにおけるリポジトリによるエージェント生成機能

図8に示すように、ADIPS フレームワークでは、ワークスペースとリポジトリという2種類のエージェントの活動の場が定義されている。ワークスペースには、インスタンスエージェントと呼ばれるアプリケーションの機能を実現する為のエージェントが活動する。インスタンスエージェントは、ワークスペースのほかのインスタンスエージェントによるエージェント生成要求に従って、リポジトリからワークスペースへと生成される。リポジトリには、クラスエージェントと呼ばれるインスタンスエージェントの雛型(テンプレート)が存在し、ワークスペースからの生成要求に最も近いクラスエージェントを探し出す。そのクラスエージェントは、生成要求に基づいて、システムパラメータを調整し、コピーを行い、生成要求に最も適合してインスタンスエー

ジェントをワークスペースに生成する。この機能は、図7のイベントエージェント生成場及び監視エージェント生成場に用いられる。

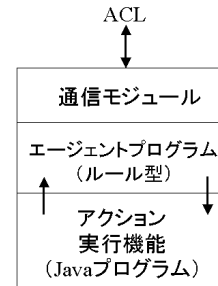


図9 ADIPS フレームワークにおけるエージェントのアーキテクチャ

次に、ワークスペースに生成されたエージェントのアーキテクチャは図9に示すように、ACLを送受信、パージングするための通信モジュール、ルール型言語で記述されたエージェントプログラム、そして組み込みアクションと利用者定義アクションを実行するためのJavaプログラム部から構成される。エージェントプログラムは、受信メッセージやアクション実行機能が実行する環境情報取得機能から得られるデータパターンを分析し、様々なヒューリスティクスに基づく知的処理を実行する。図5や図6のWeb情報の獲得や、歩行者のスケジュールデータの獲得とパターン処理はJavaプログラムにより実行される。

## 5. スケジュール依存型情報提供システムのエージェントの設計

### 5.1 イベント獲得エージェント

イベントの各情報領域ごとに定義されたデータのテンプレートであるevent-templateを用いて、その中に定義されているそれぞれの属性の値を、Web情報からJavaプログラムの処理により決定することにより、エージェントはWeb情報を獲得する。イベント獲得エージェントは、複数のイベントテンプレートを保有してお



り、Web 情報空間に発生した様々な変化に対して、それらの 1 つのイベントテンプレートを選択し、その値を埋めることにより、目的とするイベント発生を認識する。例えば、図 11 のようなイベント（電車故障）を Web 情報空間から獲得する。

このようにして獲得されたイベントは、図 11 の情報を付加したエージェント間メッセージ event-notify を用いて、イベント情報マッチメイキング機能に存在するエージェントに通知される。

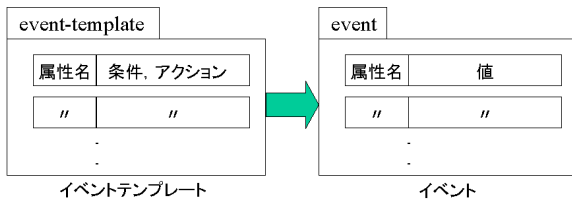


図 10 イベントテンプレートからイベントの生成

event-instance	電車故障
IS-A	列車運行情報
路線	中央線
区間	(御茶ノ水駅, 水道橋駅)
月	9月
日	9日
時刻	13時30分
原因	ポイント故障
現状	復旧作業中
復旧予定時刻	16時30分

図 11 イベント(列車運行情報)発生例

## 5.2 スケジュール分析エージェント

スケジュール分析エージェント saag は、以下の処理を行う。(1)PDA からスケジュールデータを読み込む(2)スケジュールデータを分析し、移動プランを生成する(3)移動プランを構成する移動プリミティブごとに、イベント監視要求をイベント情報マッチメイキング機能のエージェントに通知する。

スケジュールデータは、図 12 に示すように、[日付]、[時刻]、[場所]、[内容]からなるテーブル形式のデータである。但し各項目は、更に詳細なデータ構造に分解される。このスケジュールは歩行者によって書き込

まれた明示的な項目である。スケジュールの項目を実行するためには、前後に移動が伴う場合があるが、この移動の時刻、内容については、暗黙的なデータとしてこのスケジュールデータに記述されていないことが多い。しかしながらこの移動が成立しなければ、スケジュールを処理する為に困難が生じる。したがって歩行者が暗黙的に予定していた移動のプランに障害となるイベントが発生した場合、これをすみやかに歩行者に伝え、復旧措置をとる時間的余裕を歩行者に与えることが必要である。

スケジュール分析エージェントは、時刻と場所の情報から移動の必要性を検出し、移動プランを作成する。移動プランは以下の<移動プリミティブ>の順序は配列である。

<移動プリミティブ>=(<移動前場所>,<時刻>,<移動後場所>,<時刻>,<移動手段>)

例えば

(JR 津田沼駅, 9月6日 13:40, JR 新宿駅, 9月6日 14:40, JR 総武線)

が移動プリミティブの例である。

移動プランは移動プリミティブの系列であり、すべての移動プリミティブが成功することにより移動プランは達成される。従って移動プランを構成する個々の移動プリミティブに対して、障害情報を検索するために、イベント情報マッチメイキング機能のエージェントに対して request-watch メッセージにより、図 13 の監視データを付加して監視要求を通知する。

日付	時刻	場所	内容
2001年9月6日	10:30~12:00	津田沼	授業(エージェント待論)
2001年9月6日	15:00~17:00	新宿	AI研究会参加

図 12 スケジュールデータの形式

## 5.3 マッチメイキングエージェント

時々刻々変化する現実世界の情報と、場

watch-event-instance	運転見合わせ情報
路線	中央線・総武線
区間	(津田沼駅, 新宿駅)
月	9月
日	9日
時刻区間	(14時00~15時00)

図 13 イベント情報獲得エージェントの監視項目

所を移動しながら情報を収集しつつ、良い行動予定を作成したい歩行者の間の情報フィルタリングを動的に行うのが、イベント情報マッチメイキング機能である。

図 7 に示すように、イベント情報獲得機能からイベント発生通知が到着すると、この情報を必要とするイベント監視エージェントを探索するイベントエージェントが生成される。イベントエージェント eag が生成されるしくみを図 14 に示す。イベントリポジトリには、マッチメイキング場における監視エージェントとのマッチメイキング戦略を持つクラスエージェントが存在する。イベント発生通知 event-notify (event-instance)を受信したりリポジトリは、event-instance のイベントクラス (event-class)のマッチメイキング戦略を持つクラスエージェント WEAG(event-class)にそのメッセージを伝達する。WEAG(event-class)は、イベントインスタンス event-instance を専門に伝達することを目標とするインスタンスエージェント eag(event-instance)をイベントワークスペースに生成する。weag は、その後その情報に関するマッチメイキングプレースに移動する。

一方、イベント監視要求 request-watch (event-instance)が受信されると、図 14 と同様の構造を持つ監視エージェント生成場の監視リポジトリのクラスエージェント WAG(event-class)からインスタンスエージェント wag(event-instance)が生成される。生成後 wag はマッチメイキング場に移動

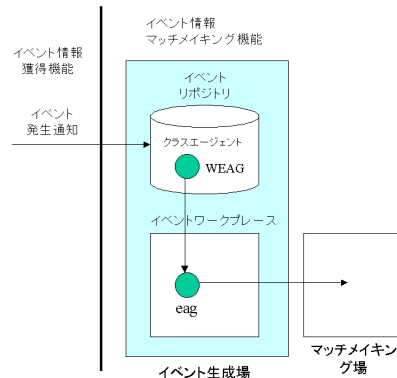


図 14 イベント情報生成場

## 6. 実験システム

### 6.1 実装

今回の実装では、利用者の端末としてノートパソコンを利用した。それには、エージェントシステム TAF (Training system for Agent Framework) を使用した[8].このエージェントシステムは、携帯端末 ZAURUS に実装されており、本実験システムは、将来 ZAURUS を歩行者端末として使用可能にする予定である。

同様に、(1)イベント情報獲得機能、(2)歩行者スケジュール獲得機能、(3)イベント情報マッチメイキング機能も TAF を用いてエージェントプログラムとして実装されている。TAF はエージェントの動作状況を視覚化する機能が実現されており、図 15 に携帯端末側の動作を、図 16 にサーバ側の動作を示す。



図 15 携帯端末側のエージェントシステム動作画面

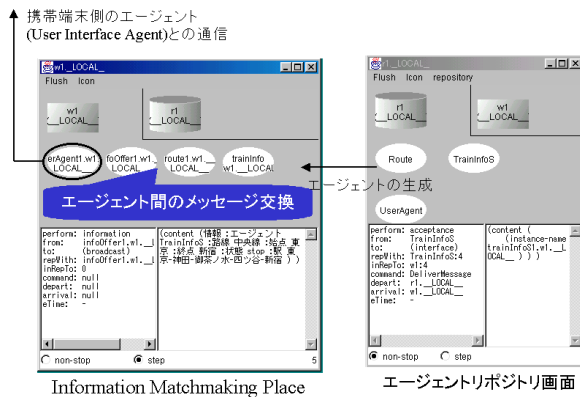


図 16 サーバ側のエージェントシステム動作画面

## 6.2 実験シナリオ

実験を行った事例を説明する。歩行者は、JR を利用し、自宅（内房線君津駅）から学校（総武快速線津田沼駅）に移動し、講義を受ける。そして、講義が終了次第、帰宅をするというものである。

ここで、運転見合せの情報が入る。「中央線快速 四ツ谷駅で人身事故のため、東京-新宿間が運転見合せ」という情報である。

このとき、User Agent は運行情報を受信し、歩行者のスケジュール情報とインフォメーションマッチメイキング処理を行う。その結果、この情報は歩行者には関係ない（必要としない）情報なので、歩行者には通知しない。

## 7. おわりに

本稿では、歩行者 ITS に必要な機能の一つとして、歩行者のスケジュールに依存して、歩行者を取りまく現実世界の情報を必要な時点で提供するための知的情報伝達サービスを実現するしくみを提案した。現実世界の情報は Web 情報空間から能動的に獲得し、歩行者のスケジュールは PDA などの個人情報機器から自動的に獲得するものとする。これらの獲得された情報は、エージェントが取得し、これらのエージェントマッチメイキングにより、それぞれの時点で

歩行者の必要な情報を、PDA を通じて歩行者に伝えるシステムの設計を行った。現在 ADIPS フレームワークを用いてその実装を行っており、現実空間での実験評価を行っていく予定である。

## 謝辞

本研究の一部は日本学術振興会未来開拓研究推進事業「知的で動的なインターネットワーキング」プロジェクトの支援により行われている。

## 参考文献

- [1]JR 東日本, <http://www.jreast.co.jp>
- [2]NTT ドコモ <http://www.nttdocomo.co.jp>
- [3]個人の概念空間を利用した興味による情報提供, 角薫, 角康之, 間瀬健二, 中須賀真一, 堀浩一, 電子情報通信学会論文誌 No.10, 1999 年 10 月
- [4]知的情報検索の動向, 住田一男, 三池誠司, 人工知能学会誌 Vol.11 No.1, 1996 年 1 月
- [5]ネットワークを利用した知的情報統合, 武田英明, 人工知能学会誌 Vol.11 No.5, 1996 年 9 月
- [6]自然言語対話システムにおける協調的応答の生成, 熊本忠彦, 人工知能学会誌 Vol.14 No.1, 1999 年 1 月
- [7]ADIPS フレームワークのためのエージェント開発支援環境, 原英樹, 藤田茂, 菅原研次, 木下哲男, 白鳥則郎, 情報処理学会誌 Vol.40 No.2, 1999 年 11 月
- [8]ソフトウェアエージェント開発教育システム TAF の設計と実装, 原英樹, 今野将, 菅原研次, 木下哲男, ソフトウェアとその応用特集ワークショップ(SAA2000)講演論文集