

# 献立を決める

Planning a Menu

井手一郎 上田真由美 間瀬健二 上田博唯  
土屋誠司 小林亮博

## Abstract

本稿では、日々の献立決めを支援するための研究として、利用者の嗜好や履歴に基づく料理レシピ推薦に関する研究を2件と、料理番組映像の要約による高速なレシピ閲覧・検索に関する研究を紹介する。

キーワード：献立決定支援、料理レシピ検索、調理映像要約

### 1. はじめに

一般に毎日食事を作る人にとって、献立決めは大きな悩みであるといわれている。献立決めが難しいのは、食べる人の嗜好、健康、気分、作る人の技術や手間、食材の有無、鮮度、しゅん、価格といった様々な条件が複雑に組み合った意志決定問題であるためと考えられる。そのため、2006年7月に携帯型ゲーム機「Nintendo DS」用ソフトウェアとして発売された「しゃべる！DSお料理ナビ」<sup>(注1)</sup>や、一般ユーザが自作の料理レシピを登録し、それらを検索することができるレシピサイト「クックパッド」<sup>(注2)</sup>は言うまでもなく、これまでもレシピ集・データベースにおいて、素材、調理方法などに基づく検

索は重要な機能であった。

本稿では、このような献立決定支援に関する研究事例を3件紹介する。まず2.では、調理履歴から算出した食材の得点と、レシピ内における食材の特異度に基づいてレシピ推薦の順位付けを行う料理レシピ推薦手法について述べる。次に3.では、ロボットとユーザの対話による献立決定を支援する方法として、「連想しり取り」と呼ばれる対話戦略により、意外性があるレシピ検索を実現するシステムについて述べる。最後に4.では、料理番組映像のアーカイブからレシピを検索する場面を想定し、調理する立場に立った調理映像の要約により、献立決定を支援する手法について述べる。

### 2. 個人の嗜好と健康を考慮した料理レシピの推薦

本章では、調理履歴から個人の嗜好を抽出し、レシピ推薦に反映させる手法について述べる。

#### 2.1 嗜好を考慮したレシピの推薦

料理を作る人が献立の決定に困った際には、家族に聞いてみたり、料理レシピの本やWebサイトを見たりして、献立を決めるきっかけとしている。例えば、クックパッドで「豚肉」をキーワードに検索すると約16,000件もの結果が返される。新着順や人気順などに表示順序

井手一郎 正員：シニア会員 名古屋大学大学院情報科学研究科メディア科学専攻  
E-mail ide@is.nagoya-u.ac.jp

上田真由美 正員 京都大学大学院情報学研究科知能情報学専攻  
E-mail mayumi@mm.media.kyoto-u.ac.jp

間瀬健二 正員：フェロー 名古屋大学情報連携統括本部情報戦略室  
E-mail mase@nagoya-u.jp

上田博唯 正員：フェロー 京都産業大学コンピュータ理工学部インテリジェントシステム学科  
E-mail ueda@cc.kyoto-su.ac.jp

土屋誠司 正員 同志社大学理工学部インテリジェント情報工学科  
E-mail stsuechi@mail.doshisha.ac.jp

小林亮博 正員 情報通信研究機構知識創成コミュニケーション研究センター  
E-mail akihiro-k@nict.go.jp

Ichiro IDE, Senior Member (Graduate School of Information Science, Nagoya University, Nagoya-shi, 464-8601 Japan), Mayumi UEDA, Member (Graduate School of Informatics, Kyoto University, Kyoto-shi, 606-8501 Japan), Kenji MASE, Fellow (Information and Communication Planning Office, Nagoya University, Nagoya-shi, 464-8601 Japan), Hirotsada UEDA, Fellow (Faculty of Computer Science and Engineering, Kyoto Sangyo University, Kyoto-shi, 603-8555 Japan), Seiji TSUCHIYA, Member (Faculty of Science and Engineering, Doshisha University, Kyotanabe-shi, 610-0321 Japan), and Akihiro KOBAYASHI, Member (Knowledge Creating Communication Research Center, National Institute of Information and Communications Technology, Kyoto-fu, 619-0289 Japan).

電子情報通信学会誌 Vol.93 No.1 pp.33-38 2010年1月  
©電子情報通信学会 2010

(注1) <http://www.nintendo.co.jp/ds/a4vj/>

(注2) <http://cookpad.com/>

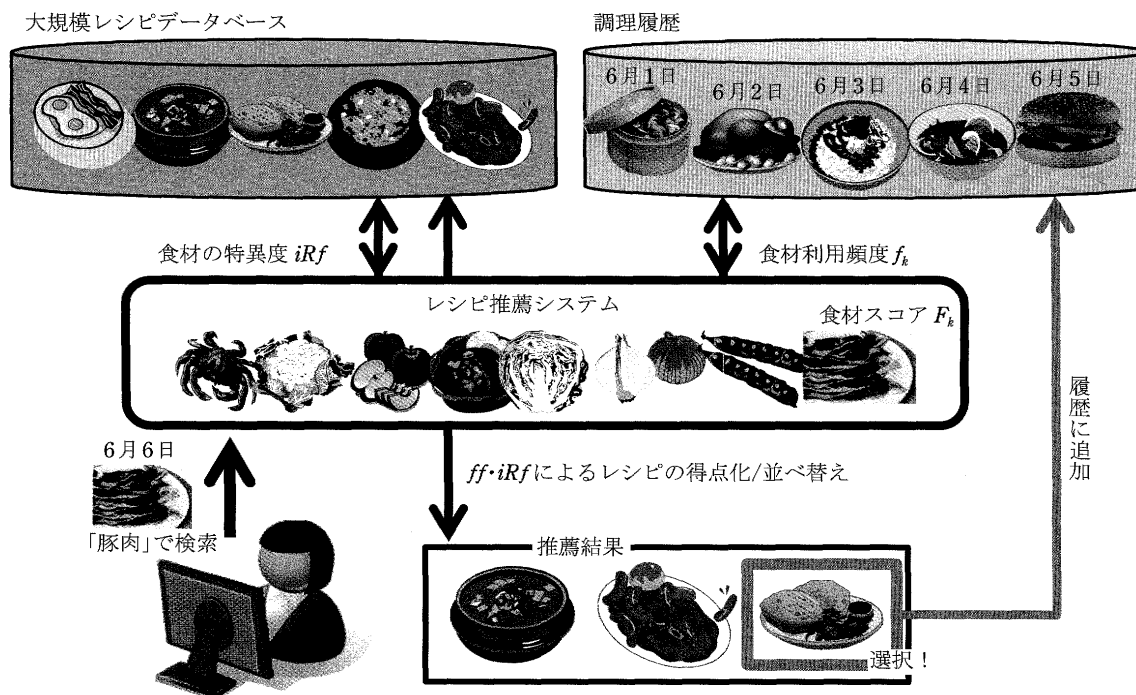


図1 し好の抽出とレシピランキングへの利用

を切り換えることは可能であるが、すべての利用者に対して一律の結果を返すのみで、利用者は膨大な情報の中から必要なレシピを探し出す必要がある。

そこで筆者らは、料理レシピ検索サイトに対して、個人の嗜好を反映させる手法として FF-IRF (Foodstuff Frequency-Inverted Recipe Frequency) を提案している<sup>(1)</sup>。FF-IRF はテキスト分類における語の特徴を表す数量的尺度の一つである TF-IDF (Term Frequency-Inverted Document Frequency) の考え方を、食材の特徴の尺度化に応用したもので、個人の食材利用頻度 ( $FF$ ) と、その食材がレシピに使われる度合い ( $iRF$ ) の積により定義され、レシピの評価に個人の嗜好を反映させることが特徴である。

## 2.2 し好の抽出とレシピランキング

調理履歴から食材の得点を算出し、個人の嗜好としてレシピの順位付けに用いる (図1)。調理履歴から個人の嗜好を抽出するため、まず、調理履歴に含まれるレシピを食材単位に分解し、食材  $k$  の得点 (食材スコア  $F_k$  とする) を算出する。食材スコア  $F_k$  は食材利用頻度  $f_k$  (Foodstuff Frequency) と食材の特異度  $iRF_k$  (Inverted Recipe Frequency) から  $F_k = f_k \times iRF_k$  と計算する。食材  $k$  に対する食材利用頻度  $f_k$  は、食材  $k$  の出現頻度と調理経過日数に基づく重み  $W_c$ 、調理日からの経過日数  $c$  によって  $f_k = \sum_{c=1}^t W_c$  と計算し、食材  $k$  が料理を作る上でどの程度特異性があるかを示す特異度は  $iRF_k = -\log_{10}(M_k/M)$  と計算する。ただし、 $M$  はレシピデータベースに含まれる総レシピ数、 $M_k$  はレシピデータ

ベース内で食材  $k$  を含むレシピ数を示す。推薦候補となるレシピ  $i$  の得点  $Score_i$  は、食材の得点  $F_k$  を加算し、 $Score_i = \sum_{c=1}^t F_k \cdot iRF_k / \sum iRF_k$  と計算する。ここでは、頻繁に使用する食材は利用者が好きな食材であるとして頻度を合計するが、過度に嗜好を反映しないように経過日数に基づいた重み付けをする。上記の手順で、レシピに対して得点付けを行い、個人の嗜好を反映した順序でレシピを推薦する。

提案手法の有効性を検証するため、評価実験用システムを構築し、①個人の調理履歴に基づく順位付け、②一般的な調理履歴に基づく順位付け、③レシピ検索サイトによる順位付け、の3種類の提示方法でレシピを推薦した。4名の被験者がシステムを使用し、適合率 (調理したいレシピ数/推薦結果の数) による評価を行った結果、どの被験者も②、③と比較して①によって推薦した際の適合率が高い値を示し、調理履歴からの嗜好の抽出とレシピランキングの有効性を示している<sup>(1)</sup>。なお、FF-IRF の特徴は、時間的なプロセスをモデル化して履歴頻度の尺度を求める点にあり、嗜好の一表現として有効性が高い。

## 2.3 栄養情報を用いたレシピの絞り込み

2.2 で述べたように、ごく小規模な実験であるが、FF-IRF によって個人の嗜好をレシピ推薦に反映させることに成功している。しかし、個人の嗜好を過度に反映させると、偏食が進むことが心配される。報告書<sup>(2)</sup>が示すように、人間が健康な生活を送るためには栄養を考慮した食事を取り入れる必要がある。そこで、筆者らは「日

本人の食事摂取基準（2005年度版）<sup>(3)</sup>に記載されたエネルギー・栄養素の摂取量を参考に、個人の嗜好を考慮しつつ、エネルギー及び栄養素を適切に摂取できるレシピの推薦を目指している。この手法では、利用者が入力した第1食材と、栄養素の摂取状況からシステムが推薦する第2食材を合わせて検索することで、栄養状況を考慮したレシピを推薦できると考える。

## 2.4 まとめ

食材の利用履歴から算出した食材の得点と、レシピ内における食材の特異度に基づいてレシピの順位付けを行い、個人の嗜好を反映させるレシピ推薦手法について述べた。食材に対して得点付けを行う手法として、TF-IDFの考えを援用したFF-IRFを提案している。

(上田真由美, 間瀬健二)

## 3. 連想しり取り型対話システムによる献立決定支援

### 3.1 連想しり取り型対話戦略

幼児の行動をよく観察していると、自分にはよく理解できない大人の会話に割り込もうとすることがあり、そのとき幼児は自分の知識を総動員して連想や推論を働かせつつ発話し、大人の反応が自分の発話を受けた内容になっているときには、その話題を更に継続するように努力している。連想しり取り型対話戦略はこのような行動を模倣したものである<sup>(4)</sup>。

連想しり取り型対話戦略の動作メカニズムを図2に示す。キーワード判定部は、音声認識器から送られてくる文章を常時監視し、あらかじめ登録されているキーワードと一致する語があったとき、そのキーワードの登録元であるサービス実行部（図中SS<sub>i</sub>）や連想生成器に受け渡す（A, B）。いずれにも一致しないときには、おうむ返し部に受け渡す（C）。キーワードがサービス実行部に受け渡されたとき、ロボットはそのスクリプトの記述に従ってサービス（各種の家電機器の制御、料理の調理

方法の表示や印刷、カロリーなどの説明、調理支援など）を実行する。一方、連想生成器に渡された場合には、ロボットは連想対話を開始し、連想生成器を用いて発話を生成する。連想生成器が登録するキーワードは、ドメイン依存知識データベース内の単語から選択される。このデータベースは料理をジャンル別に分類し、食材もまた種類で分類して、調理手順、調理に要する時間、調理の難易度といったものと合わせて is-a-link, part-of-link という形で記述したものである<sup>(5)</sup>。

図2から分かるように、ロボットは、ユーザ間対話への割り込みや誤認識による偶発的なキーワードの一致によって、連想しり取り対話を開始し、それがユーザの対話意図を喚起したときには、連想しり取り対話が継続する。ドメイン依存知識データベースはロボットが提供するサービスにかかわる知識で構成されているので、ユーザの潜在的なニーズによってサービスが発火する可能性が高くなるのが、この対話メカニズムの特徴である。

### 3.2 生活実証実験によって得られた知見

一般的な家族が上述のような連想しり取り型対話戦略を実装したロボットと2週間にわたって生活するという生活実証実験が行われた<sup>(6)</sup>。その中で得られた特に興味深い対話例を表1に示す。表1(a)ではU4の発話までが「すきやき」に関係して「糸こんにゃく」「豆腐」を中心に話題が進んでいるが、R4以降は話題の中心が「卵」に移行し、最後は「中華クッキー」にまで到達しており、ユーザの興味が新しく掘り起こされたものと解釈することができる。表1(b)では冷蔵庫の中身についての質問が自然な流れの中で発せられており、食材のストック状況の常時把握などの統合的な機能が、かなり優先度の高い要求項目であることが分かる。

表1(c)ではテレビ番組を見ている二人の会話への割り込みをユーザである夫妻が楽しんでいる様子が端的に表れている。同様の対話ロボットの割り込みからユーザが未知のレシピの存在を知り、その印刷を求めたりした事例も認められている。

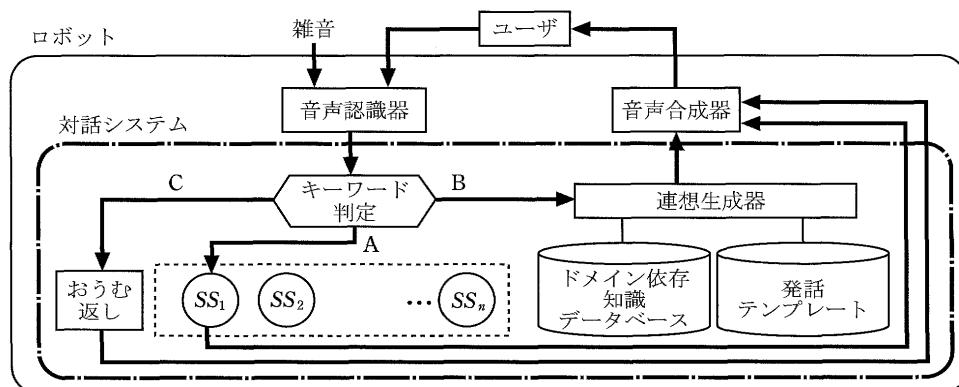


図2 連想しり取り型対話戦略の動作メカニズム

表1 生活実証実験の中で得られた特に興味深い対話例

|            |  |
|------------|--|
| (a) 対話例(1) |  |
| U1         | : 糸こんにゃく   |
| R1         | : 糸こんにゃくはすき焼きに使われているよ                            |
| U2         | : 豆腐は?   |
| R2         | : 豆腐は豆腐ハンバーグに使われているよ                             |
| U3         | : 他に豆腐の料理は?                                      |
| R3         | : 豆腐が使われている鯛切りは和食だよ                              |
| U4         | : 糸こんにゃくと豆腐は?                                    |
| R4         | : 糸こんにゃくと卵はいわしの柳川風に使われているよ                       |
| U5         | : 卵と豆腐の料理は?                                      |
| R5         | : 豆腐はさけと豆腐の蒸し物に使われているよ                           |
| U6         | : 卵は?  |
| R6         | : 卵は中華クッキーに使われているよ                               |
| U7         | : 中華クッキーって何ですか?                                  |
| R7         | : 分かった, 中華クッキーのレシピを出すよ                           |
| (b) 対話例(2) |  |
| U1         | : りんごを使った料理は?                                    |
| R1         | : りんごはたこのマリネに使われているよ                             |
| U2         | : たこはありますか?                                      |
| R2         | : たことなすはたこの辛子酢みそあえに使われているよ                       |
| U3         | : 冷蔵庫になすはありますか?                                  |
| (c) 対話例(3) |  |
| Ua1        | : (テレビに向かって) でっかい歯やなあそんなにおっさい口開いて笑うたらな, さんまみたいやで |
| R1         | : さんまはさんまと切り昆布の梅干煮に使われているよ                       |
| Ua2        | : 「そんなにおっさい口開いて」が「さんま」に聞こえたんやろか?                 |
| Ub1        | : お前が「さんま」言うてたよ                                  |
| Ua3        | : (ロボットに向かって) かしこいねえ                             |

### 3.3 まとめ

料理にかかわるドメイン依存知識をデータベース化し, それを用いて連想しり取り型対話戦略に基づくユーザとロボットとの対話を行うという枠組みによって, 楽しくバラエティに富んだ献立決定支援システムを実現できることを示した. 枠組み的にはユーザの個人的な好みや過去の調理内容やカロリー摂取量などの履歴もまたデータベース化しておき, 各種センサから得られるユーザのその日の運動量や体調なども組み合わせて利用する献立決定リコメンデーション機能なども実現できるものであり, 今後の発展が期待される.

(上田博唯, 土屋誠司, 小林亮博)

## 4. 料理番組映像要約による献立決定支援

本章では, 料理番組映像のアーカイブからレシピを検索する場面を想定し, 調理する立場に立った調理映像の要約により, 献立決定を支援する手法について紹介する. このようにして作られた要約映像により, レシピ中出现する調理手順の種類や煩雑さを把握できるため, 献立を検索しやすくなると考えた.

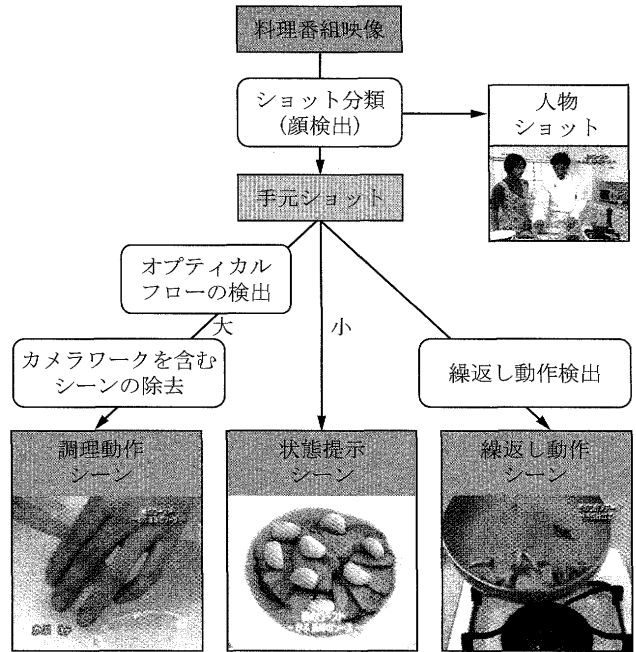


図3 重要シーン抽出手順

### 4.1 料理番組映像における重要シーン

料理番組映像中のショットは, 講師や補助者が映っている「人物ショット」と, 調理者の手元や調理場などが大映しになっている「手元ショット」に分けられる. ここでは, 調理内容を視覚的に理解する上で重要な手元ショットに注目する.

手元ショット中で調理内容を把握するために重要なのは, ①調理に関する動作が映っている「調理動作シーン」と, ②調理動作の前後に食材や料理の状態が映っている「状態提示シーン」であると考えた. 一般の放送映像要約において調理動作のように動きが大きいシーンを抽出することは多いが, 本研究では状態提示のように動きが少ないシーンも抽出することで料理番組映像特有の性質を考慮した.

### 4.2 重要シーンの抽出

図3に重要シーンの抽出手順を示す. まず料理番組映像から, 顔検出により人物ショットを除去する.

次に, 手元ショットの各フレームにおけるオブティカルフローの大きさに応じて調理動作と状態提示の両シーンを検出する. ここで, 調理動作シーンについて, オブティカルフローの方向分布からズームとパンのカメラワークを検出し, 該当する場合は除去する.

一方, 局所的に表れる特徴的な動作を検出するために, 手元ショット中の各画素値の時間変化を解析することにより, 「繰り返し動作シーン」を検出する.

以上のようにして検出された, 調理動作, 状態提示, 繰り返し動作の各シーンを重要シーンとして抽出する.

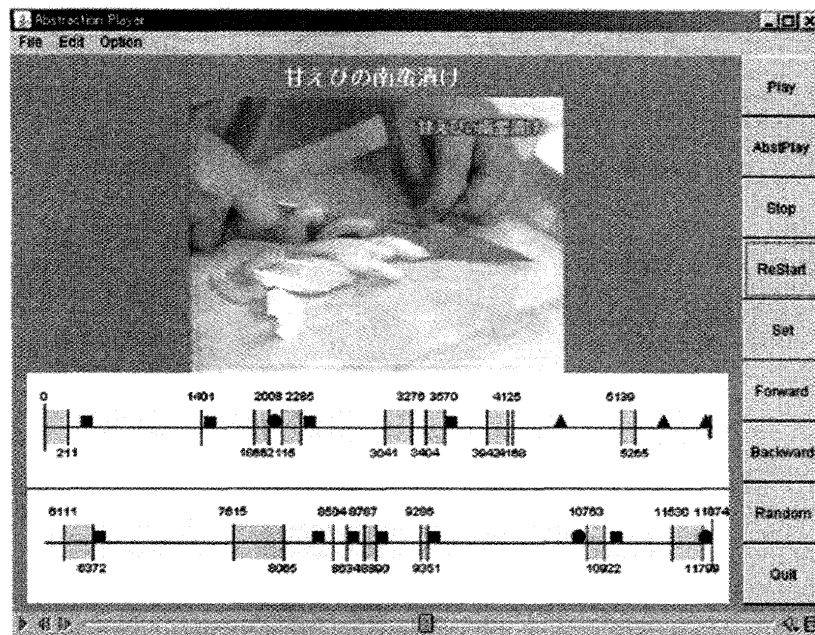


図4 動きに基づく料理映像要約インターフェース 時間軸上の背景が薄い区間が手元を大映したショット, その中で■は調理動作, ▲は繰返し動作, ●は状態提示が検出された箇所である. これらの箇所を抽出することで要約映像を制作する.

### 4.3 要約映像閲覧インターフェース

図4に, 提案手法による要約映像の閲覧インターフェースを示す. 要約再生ボタンを押すことにより, 重要シーンのみを連続して閲覧することができる. 放送局が異なる3番組(計60分, 9レシピ)に提案手法を適用し, 各シーンを2秒間再生したところ, 116箇所の調理動作シーン, 27箇所の状態提示シーン, 39箇所の繰返し動作シーンが検出され, 再生時間を約1/8~1/12に短縮できた. また, 末尾に「おさらい」の映像が含まれている番組の3レシピにつき, 「おさらい」映像と提案手法による要約の一致区間数を調べたところ, 94%の適合率, 57%の再現率を得た. 再現率が低いのは, 「おさらい」映像では音声のみで説明される内容があったためである. 参考までに音声の内容を含めて比較したところ, 75%程度の再現率が得られた.

### 4.4 まとめ

料理番組映像において, 調理動作と状態提示という, 調理内容を把握する上で重要なシーンを検出することに成功した. このような要約映像を用いれば, 調理内容に即して短時間で的確にレシピ内容を理解することができると考えられる. なお, 手法の詳細については文献(7)を, 本研究同様の動きに注目して, 現在筆者らが取り組んでいる調理支援の課題については文献(8)を参照されたい.

(井手一郎)

## 5. おわりに

三つの事例を通して献立決定支援に関する研究を紹介した. 今後, 利用者が置かれた多様な状況に柔軟に適応し, かつ嗜好や健康を考慮した献立決定支援の実現が期待される.

## 文 献

- (1) 上田真由美, 石原和幸, 平野 靖, 梶田将司, 間瀬健二, “食材利用履歴に基づき個人の嗜好を反映するレシピ推薦手法,” 日本データベース学会 Letters, vol.6, no.4, pp.29-32, March 2008.
- (2) 健康づくりのための食環境整備に関する検討会, “健康づくりのための食環境整備に関する検討会報告書,” <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2004/12/s1202-4.html>, March 2004.
- (3) 日本人の栄養所要量—食事摂取基準—策定検討会, “日本人の食事摂取基準(2005年版),” <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2004/11/h1122-2.html>, Oct. 2004.
- (4) 上田博唯, 小林亮博, 佐竹純二, 近間正樹, 佐藤 淳, 木戸出正継, “ユビキタス環境における対話型ロボットインターフェースのための対話戦略の構築,” 情処学論, vol.47, no.1, pp.87-97, Jan. 2006.
- (5) 小林亮博, 上田博唯, 佐竹純二, 近間正樹, 木戸出正継, “家庭内ユビキタス環境における対話ロボットの実稼動実験と対話戦略の評価,” 情処学論, vol.48, no.5, pp.2023-2031, May 2007.
- (6) 上田博唯, 山崎達也, “ユビキタスホーム: 日常生活支援のための住環境知能化への試み,” 日本ロボット学誌, vol.25, no.4, pp.494-500, May 2007.
- (7) 三浦宏一, 高野 求, 浜田玲子, 井手一郎, 坂井修一, 田中英彦, “動きに基づく料理映像の自動要約,” 情処学コンピュータビジョンとイメージメディア研究会論, vol.44, no.SIG9, pp.21-29, July 2003.
- (8) 井手一郎, 北村圭吾, 山崎俊彦, 相澤清晴, 青山秀紀, 尾関基行, 中村裕一, 佐野睦夫, 宮脇健三郎, “料理メディア~台所におけるデジタルコンテンツの処理と利用,” 映情学誌, vol.63, no.2, pp.156-160, Feb. 2009.

(平成21年7月31日受付)



**井野 一郎** (正員：シニア会員)  
 1994 東大・工学。2000 同大学院工学系研究科博士課程了。博士(工学)。同年国立情報学研究所助手。2004 名大大学院情報科学研究科助教授，国立情報学研究所客員助教授兼任。2007 同准教授，現在に至る。情報処理学会，人工知能学会，IEEE Computer Society，ACM 各会員。



**上田 真由美** (正員)  
 2003 関西大大学院総合情報学研究科博士課程了。博士(情報学)。阪大，名大研究員を経て2008 より京大研究員。情報処理学会，日本データベース学会，教育システム情報学会各会員。



**間瀬 健二** (正員：フェロー)  
 1979 名大・工学。1981 同大学院工学研究科修士課程了。同年日本電信電話公社(現 NTT)入社。1995 (株)国際電気通信基礎技術研究所(ATR)研究室長。2002 名大情報連携基盤センター教授。2009 同情報連携統括本部情報戦略室教授。博士(工学)。



**上田 博唯** (正員：フェロー)  
 1973 阪大大学院通信工学専攻修士課程了。同年日立中研入社。NICT，京大を経て2007 より京産大教授。画像認識，HI，ユビキタス，インテリジェントメディアに関する研究に従事。テレビジョン学会藤尾記念賞等受賞。ACM 会員。博士(工学)。



**土屋 誠司** (正員)  
 2002 三洋電機株式会社入社。2007 同志社大大学院博士後期課程了。同年徳島大大学院助教。2009 同志社大・理工・インテリジェント情報・助教。博士(工学)。主に，知識処理，概念処理，意味解釈の研究に従事。情報処理学会，言語処理学会，人工知能学会各会員。



**小林 亮博** (正員)  
 2005 奈良先端大博士課程了。博士(工学)。現在，情報通信研究機構専攻研究員。コンピュータビジョン，対話システム，非言語インタフェースの研究に従事。人工知能学会，ロボット学会，情報処理学会各会員。



**18th International Conference on Computer Communications and Networks (ICCCN2009)**

主催：IEEE  
 協催：IEEE Communications Society  
 日時：2009年8月3～6日(4日間)  
 会場：フィッシャーマンズワーフマリオットホテル(アメリカ，サンフランシスコ市)  
 参加者：約150名  
 主要参加国：アメリカ，中国，カナダ，日本，韓国，ドイツ，フランス，イギリス，その他16か国。  
 セッション数及び論文数：一般テクニカルセッション28，パネルセッション2，ワークショップ7，基調講演4件，特別講演6件，一般論文114件(うち，日本6件)  
 Proceedings 発行所：IEEE  
 主たるトピックス：  
 ICCCN は，コンピュータ通信とネットワークに関する国際会議で，IEEE 主催で，毎年主にアメリカで開催され，今回で18回目となる。ICCCN は，3日間の本会議と1日間の七つのワークショップで構成され，最大4セッションが同時並行して開催された。一般論文として，387件の投稿があり，114件が採択され，採択率は，

29.5%であった。毎年30%以下の採択率となっており，厳しい査読をパスしたレベルの高い論文が発表される。発表論文において，地域別では，北米56%，ヨーロッパ21%，アジア・太平洋22%，アフリカ1%である。アカデミア・産業別では，アカデミア85%，産業15%であり，アカデミアからの理論的アプローチによる発表が多く見られる。歴史的には，本会議で発表された論文の中で，後に通信分野に強いインパクトを与える論文が多く発表されてきた。ICCCN のプログラムは，技術テーマごとに11のトラックにより運営されている。11のトラックは，主な通信分野をカバーしており，無線技術とプラットフォーム，インターネットサービス・システム・アプリケーション，マルチメディアと品質，ネットワークアーキテクチャとプロトコル，ネットワークアルゴリズムと性能評価，ネットワークセキュリティとプライバシー，光ネットワーク，ピアツーピアネットワーク，広域コンピューティングとグリッドネットワーク，無線アドホック・センサネットワーク，無線通信と信号処理である。

次回のICCCN2010は，2010年8月2～5日，スイス・チューリッヒ市にて開催される。

(執筆 大木英司 正員：シニア会員  
 電気通信大学情報通信工学科)