

オフィスと人工知能技術

05

05

オフィスと人工知能技術

丸山文宏 ((株)富士通研究所ITコア研究所) : maruyama.f@jp.fujitsu.com

人工知能技術はオフィスにおける業務にも浸透してきている。本稿では、(1) ナレッジマネジメント、(2) 「代理人」としてのエージェント、(3) フロントオフィスにおける CRM、(4) オフィスにおけるその他の支援、の4つの観点から、ホワイトカラーあるいはナレッジワーカーと呼ばれる人々の生産性向上に寄与する人工知能技術を紹介する。

ナレッジマネジメント

野中の SECI モデル¹⁾ (図-1) は、明確な言語・図表・数字で表現された「形式知」と言語化されていない「暗黙知」が相互に作用し合う知識創造のモデルである。この中で IT の活用が最も進んでいる部分は形式知を対象とする連結化であり、テキストベースの情報の高速な検索や効率的なインデックス生成に人工知能技術が活用されている。Google をはじめとする検索機能の性能向上により、オフィス業務においてインターネット上の情報を検索することが当たり前となっている。企業内の情報検索についても大きな進歩が見られる。

しかし、このように形式知化されていない、あるいは、形式知化するのが難しい暗黙知については、属人的で取り扱いが困難であり、暗黙知へのアクセス手段が問題となる。業務に必要な情報の 50～75% は人から直接得るという報告もある²⁾。このように、インターネット時代であっても「人」は依然として最大の情報源となっている。一方、従来の固定化した組織ではなく各種スキル／専門知識を持った人の集まりによるダイナミックで柔軟な組織に対するニーズが高まっている。

⇒ Know Who

以上の背景から、「スキル／知識（暗黙知）を持った人を探す＝Know Who」がますます重要となってきている。Know Who は、SECI モデルにおける共同化のきかけとなるが、その実現には、以下のような課題がある。

(1) 人のプロフィールをどう獲得するか？

各人に人手でスキルなどを決まったフォーマットで登録させる「人手更新型 Know Who」は多くの企業にあ

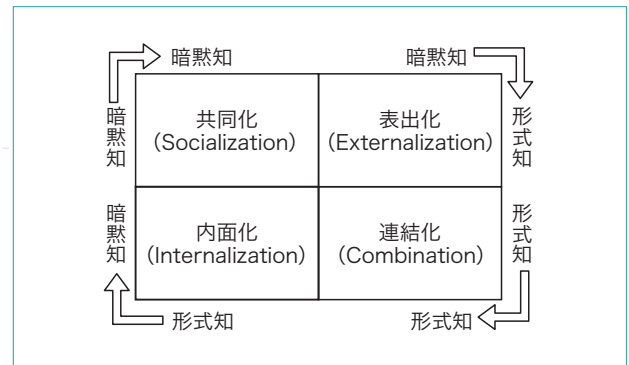


図-1 ナレッジマネジメントの SECI モデル

るが、必ずしもうまくいっていない。入力が面倒、更新しないので情報がすぐ古くなる、都合の悪い失敗情報は入れない、有能な人間ほど登録している暇がない、といった理由による。

(2) 人のプロフィールを表現するのに、どのような情報モデルを採用するか？

人のような茫漠とした、変わりやすいものの特徴（プロフィール）をどう表現すればよいのか？ 単なる属性であれば RDB などでは実現は容易だが、活用手段は限られる。

(3) プロフィールをどう検索・活用するか？

検索の高速性、柔軟性、結果の視覚化といった技術が、従来の情報検索以上に本質的に重要になる。たとえば、「人脈」というのは人の検索においては重要で、情報検索のように条件を満たす人を探し出すだけでは不十分な場合がある。ある人がキーマンだと分かっても、直接見ず知らずの人に連絡するのは難しい。自分とキーマンの間に共通の知人がいることが分かれば、その人経由で紹介してもらうこともできる。

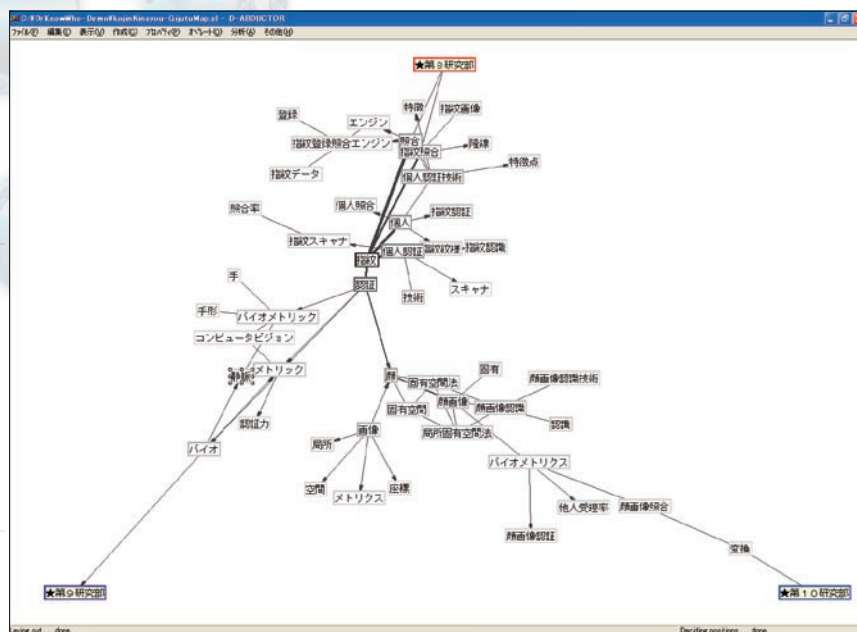


図-2 Know Who の技術マップ

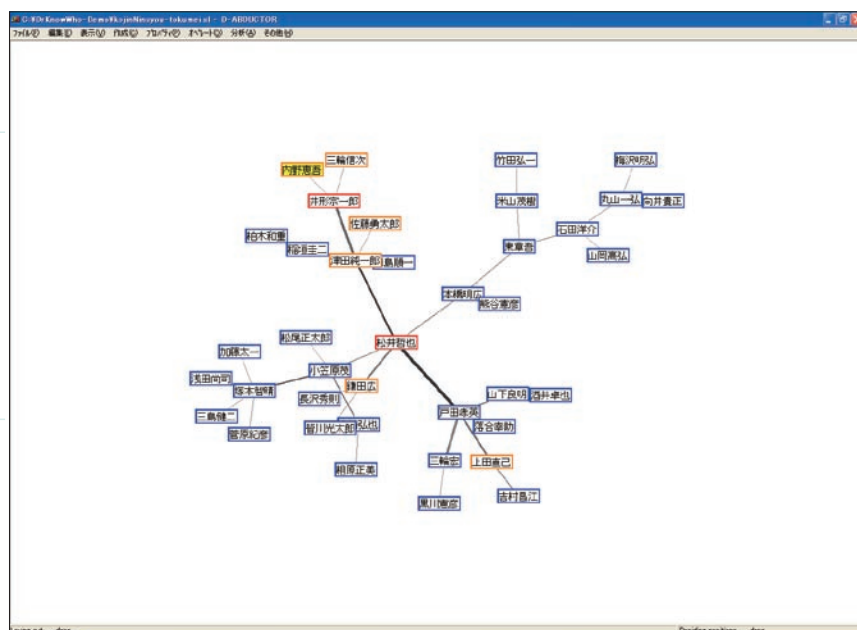


図-3 Know Who の人脈マップ

以上の課題に対して、ヒューマンナレッジ・ナビゲータ³⁾(富士通)では以下のようなアプローチをとっている。

- (a) 日常業務におけるさまざまな情報源（たとえば、報告書などのドキュメント）から人に関する情報（メタデータ）を自然言語処理技術により半自動で抽出する。
- (b) 抽出した人に関する情報（メタデータ）はセマンティック Web の RDF (Resource Description Framework) の形式で格納し、ネットワークとして蓄積する。
- (c) XML の高速検索技術およびテキストマイニングの情報可視化技術によって人の情報を「見える化」する。

図-2 には、技術報告書から抽出したメタデータから

「個人認証」に関する関連技術および関連部署を可視化した「技術マップ」を示す。どの部署でどんな技術を研究開発しているのかが分かる。図-3 には、打合せ議事録の出席者情報から抽出した、「個人認証」と「静脈」に関する「人脈マップ」（よく一緒に同じミーティングに出席している人は知り合い度が高い）を示す。ほかに、過去に書いたドキュメントから人のスキル情報を抽出して時系列で整理した「スキルマップ」がある。

⇒ コミュニケーション分析

オフィスの業務においては、電話やメールなどのコミュニケーションが相変わらず重要な要素であり、SECI モデルの共同化の成否を左右する。

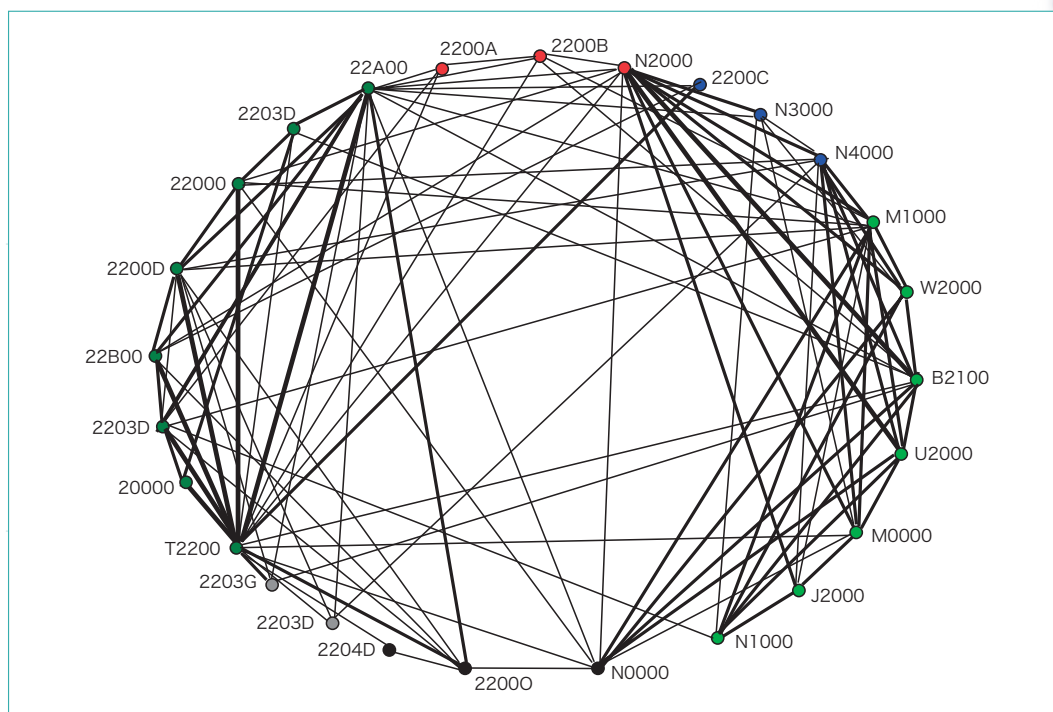


図-4 コミュニケーションネットワーク図

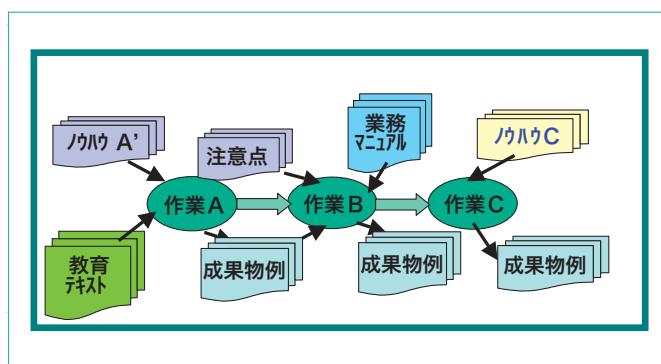


図-5 ContextServer の GUI (Knowledge Face)

COA (Collaborative Organization Analysis)⁴⁾ (日本 IBM) は、組織間で行われるメールのやりとりなどのコミュニケーションをマイニングすることで組織効果を定量的に評価する。COA は、事業部間やグループ企業間のメール量からコミュニケーションの構造を分析することにより、会社の意図どおりに組織間の連携が機能しているかを診断する手助けを行う。具体的には、メールの受発信量や組織内位置、経路等をマイニングし、組織間の距離、影響度、親密度等の重み付けを行って評価する。これにより、効率的な組織変革に繋げることが可能となる。図-4 のコミュニケーションネットワーク図が部門間のつながりの強さを表している。

最近では、ブログやソーシャルネットワークといった新しいコミュニケーションの形態が盛んになってきており、これらもオフィスの業務に影響を及ぼし始めている。これらの分析にも人工知能技術が応用できる。

➡ 業務プロセス支援

オフィスにおける知識／ノウハウは業務プロセスに結び付いたものが多い。したがって、業務プロセスを支援する形態のナレッジマネジメントも重要である。具体的には、以下のような課題がある。

- 現場が業務の中で感じる問題点（気づき、ヒヤリ・ハット）を確実に捕捉できない。
- 業務プロセスが可視化されておらず、改善のポイントが分かりにくい。
- 改善後の新しい仕事の仕方を現場に周知徹底するのに時間がかかる。

業務プロセス支援型 KM ツール ContextServer⁵⁾ (富士通) では、業務プロセスや人、もの、文書など広範なビジネス・コンテンツの属性や関係を「コンテキスト」として蓄積・管理し、知識の利用や業務改善を容易にしている。具体的には、

- ① ビジネス・コンテンツのメタ情報をネットワーク構造で柔軟に管理し、必要な部分構造を条件に検索することができる。
- ② Web, XML 標準技術を利用したインタラクティブなコンテキスト操作 GUI ("Knowledge Face" : 図-5) を提供している。

従来のキーワード検索は、検索のために仕事の手を止める必要があり、また検索の成否が検索スキルに依存するため、知識が業務に活かされない場合があった。ContextServer では、プロセスと必要知識を関連付けて蓄積することによるタイムリーな知識提供、業務の流れや関連知識の可視化によるプロセス改善の促進、を可能

にした。つまり、業務プロセスと関連付けた内面化と表出化の促進といえる。

「代理人」としてのエージェント

ネットワーク環境の中でユーザの作業を代行する自律的なソフトウェア・モジュールであるエージェントも、人工知能技術のオフィスへの応用と考えることができる。ここで「自律的」とは、作業を依頼することとそれを実行することとのレベルの違いが存在し、実行する側に裁量性があることを意味する。このレベルの違いによって作業を依頼する側は、HOWではなくWHATを指示すればよくなり、質量ともに楽になる。

オブジェクト指向モデルでは、オブジェクトはオブジェクト名とメソッド名（と引数）を指定して別のオブジェクトに処理を依頼する。依頼されたオブジェクトは自分の中に定義されているコード（プログラム）を実行する。依頼するオブジェクトはそのコードがどのように定義されているかは関知しない。したがって、オブジェクト指向モデルにおいて、依頼することとそれを実行することとのレベルの違いは、手続き名とその実装という違いである。オブジェクト名とメソッド名を指定すれば対応するコードは一意に定まるから、実行する側のオブジェクトに（実行時における）裁量性はない。呼び出す側のオブジェクトは呼ばれる側のオブジェクトのメソッド名（と引数）を正確に知っていることが前提であり、もし変更があるとそれが知らされなければうまくいかない。

エージェントでは、エージェント間通信言語 ACL (Agent Communication Language) を用いてエージェント間の通信が行われる。ACL のメッセージには依頼するエージェントから達成してほしい状態が規定され、そのメッセージを受け取ったエージェントは、その解釈を行い、その解釈結果に基づいて適切な処理を行う。ここに依頼を受けて実行するエージェントの裁量性が生じる。また、エージェントの間に入って仲介する特別なエージェント（仲介エージェント）によって、固定的でないダイナミックな依頼関係を実現することもできる。代表的なエージェントに Bee-gent⁶⁾（東芝）がある。

⇒ オフィスの作業を支援するエージェント

初期の頃のエージェントには、電子メールをフィルタリングするエージェントがあった。これは、プロファイル情報に基づいて受信したメールを仕分けする。あるキーワードを含んだメールが届いたら特別なアクションを実行させたり、メッセージを要約させたりすることもできる。

IntelliTeam⁷⁾（富士通）は、エージェント記述言語 April で実装された IntelliTool と呼ばれるツールの集合体としてグループウェアの実現を目指した。IntelliTool には、オフィスで使われる以下のようなツールが含まれている。

(1) IntelliDiary

グループスケジューリング機能を持つ個人用スケジュール管理ツール。グループスケジューリングはエージェント間の連携によって行われるが、（登録済みのスケジュールを公開することなく）スケジュール可能な日時の交換のみで調整を行うため、日時以外の情報のプライバシーを守ることができる。

(2) IntelliAsk

移動コード（モバイル・エージェント）を用いたワークフロー管理ツール。各ユーザに対応するエージェントは、タスクごとおよびユーザごとに設定された条件によってローカルにタスクの転送先を決定する。この機能によって、グローバルな経路情報を持つことなくタスクを転送することが可能になり、柔軟かつ動的に経路の設定と変更ができる。

(3) IntelliWatch

ユーザの所在を管理するツール。IntelliWatch エージェント間で連携することで、他のユーザの所在を知ることができる。また、IntelliWatch は移動コードを受け付け、ユーザの所在の変化によって受け付けた移動コードを実行する機能を持っている。これによって、電話やメールなどの通知方法を移動コードに設定し、他のユーザの状態をローカルにモニタすることで、状態の変化によって最適な方法で通知を決定することが可能になる。

フロントオフィスにおける CRM

オフィスの中でも顧客との接点を担うフロントオフィスでは、企業における顧客との接点（営業、サービス、コールセンタなど）を整備して顧客との良好な関係を構築することにより顧客対応力を強化し顧客満足度を高める取り組みである。CRM (Customer Relationship Management) に人工知能技術が応用されている。

CRM はコールセンタ業務から発展してきたが、顧客とのチャネルの多様化とともに、電子商取引や営業支援システム (SFA : Sales Force Automation) と CRM が融合してきた。企業が顧客に接触する手段は、従来からの電話に加えて、メールや Web が重要になってきている。このようなチャネルを通して得られた顧客情報を分析するためには、データマイニングの技術が使われる。さらに、その分析結果も利用して、ユーザの

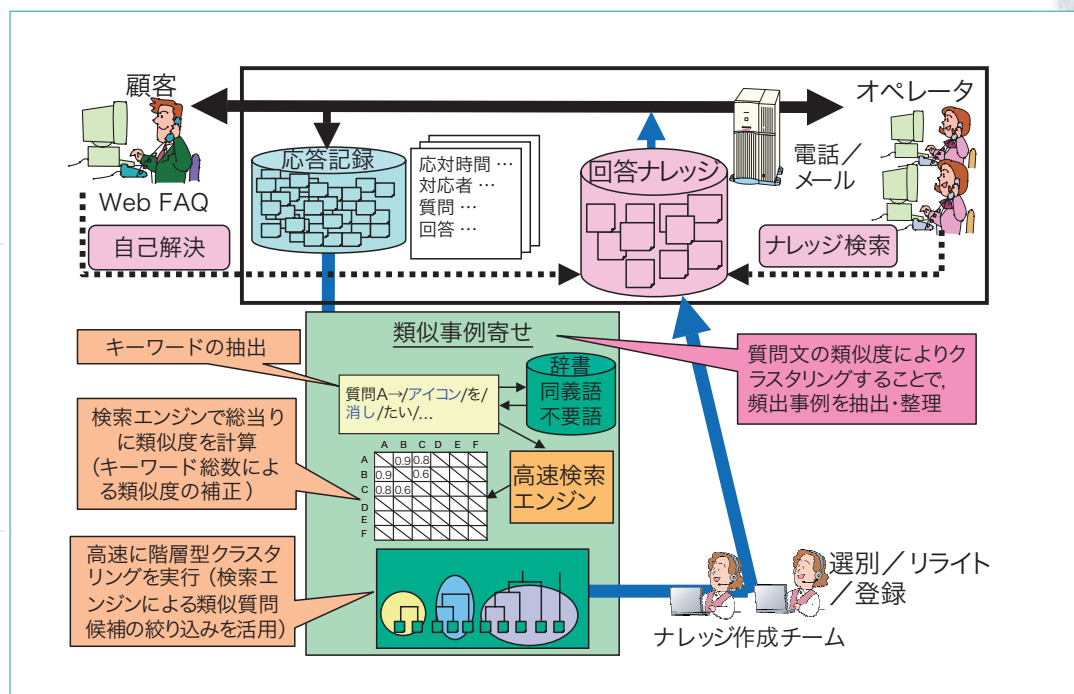


図-6 顧客対応の
ナレッジ構築支援

嗜好に合った商品などを推薦するリコメンデーション (recommendation) などの機能にも人工知能技術が使われている。

⇒ 顧客対応業務支援

コールセンタに代表される顧客対応業務に対しては、自然言語処理を適用したメール自動応答システムが開発されている。このシステムでは、(1) 受信メールの解析、(2) 受信メールの分類、(3) 返信文 (候補) の自動生成を行い、顧客からのメールへの対応を支援する。

また、電話やメールでやりとりされた Q&A の事例をベースに、FAQ (Frequently Asked Questions) などナレッジの構築を支援する技術も開発されている (図-6)。そのコアとなるのは文書クラスタリングをコアとする類似事例寄せ技術であり、大量の事例を高速にクラスタリングし、頻度の高い問合せに対するナレッジ (回答知識) の構築を支援する⁸⁾。

蓄積された顧客情報を有効活用して、企業側から顧客へのメール発信により顧客にアプローチする機能も重要である。たとえば、ある商品のキャンペーンをメールで行う場合、あらかじめ顧客情報に対するデータマイニングを行うことによってその商品に興味を持ちそうな顧客を絞り込んで、有効なキャンペーンを行うことが可能になる。

⇒ 顧客情報分析

顧客情報を全社規模で管理し高度に活用することで、顧客に対する対応を適切に行うことができ、さらにその

分析結果を商品企画・開発に結び付けることもできる。

顧客情報の分析には、データマイニングやテキストマイニングが応用されている。有名な例としては、購買履歴データから顧客が同時に購入する割合が高い商品群を求めるための相関規則 (association rule) がある。相関規則のように顧客情報をまとめて分析するもののほかにも、個々の顧客ごとに、その情報を分析して顧客をセグメンテーションしたり、顧客のプロファイル情報を生成・修正したりする試みもある。

一方、顧客情報の分析を専門に行うマーケッターなどがその裏に隠された傾向や知識を見だしやすいように、顧客情報を可視化する試みもある。たとえば、顧客からのアンケートに対してテキストマイニングを適用してキーワードの固まりを可視化する。

⇒ リコメンデーション

顧客のプロファイルや状況に合わせて適切な商品／サービスの情報を提示するリコメンデーション機能として、ルールベースのリコメンデーションや協調フィルタリング (collaborative filtering) を用いたものがある。また、コンフィグレーション (configuration) を用いて、他の商品やサービスと組み合わせたリコメンデーションも行われている。コンフィグレーションとは、商品、部品、オプションなどの集合とそれらの性能や品質などの属性、それらの間の接続可能性や接続した時の性能などに関する制約が与えられた時、ユーザが要求する仕様とすべての制約を満たす商品の構成を決定することであり、制約充足／最適化技術が適用されている。

オフィスにおけるその他の支援

⇒ セキュリティ

ネットワークセキュリティの分野では、ネットワーク侵入検出の技術が重要性を増している。さらに、ネットワークや Web 上の行動監視において、不審行動や状況変化を検出する技術が要求されるようになってきた。こうした技術の多くは、データマイニングにおける異常検出、変化点検出、異常行動分析などといった技術と関連が深い。

異常検出は、データに基づいて通常のパターンを学習し、これから大きく外れるデータを検出してアラームを出す手法である。たとえば、SmartSifter⁹⁾ (NEC) では、統計的外れ値検出に基づく異常検出を実現し、データを逐次的に取り込むごとにオンライン忘却型学習アルゴリズムでモデルを学習することにより、パターンの時間的な変化に対して適応している。変化点検出は、時系列モデルを学習してログの時系列から変化点を学習することにより、バースト的に発生する攻撃や侵入の開始点を検出する。異常行動分析は、ユーザのコマンド履歴やコンピュータの実行プログラムが内部で呼び出すシステムコール系列を用いて統計モデルを学習し、このモデルから大きく異なる行動を検出する。

フィジカルセキュリティの分野でも、画像処理によって、不審な行動や共連れ入場（ドア開閉時の複数人の通過）を監視するソフトウェアである SmartCatch¹⁰⁾ (NEC) や侵入検知を行う画像センサ AX¹¹⁾ (セコム) の侵入検知ロジックに人工知能技術が応用されている。

⇒ オフィス用ロボット

ロボットはオフィス内でも活躍しようとしている。たとえば、ユーザとの対話インタフェースとして、パーソナルロボット PaPeRo¹²⁾ (NEC) やマルチモーダル対話技術による卓上型サービスロボット¹³⁾ (日立) などが開発されている。技術的には、音声認識・合成、顔認識、ユーザ嗜好分析などのコア技術を統合したものとなっている。

その他にも、オフィスにおけるサービスロボットとして、清掃ロボット（富士重工業、松下電工）、警備ロボット（セコム、総合警備保障）、受付、案内、搬送、巡回などを行う多目的ロボット（ホンダ、ソニー、富士通、日立）などが開発されており、人工知能技術が適用されている。

⇒ エレベータ群管理

オフィスに関連が深いものとして、複数のエレベータを効率的に運用するシステムで人工知能技術が実用化

されている。エレベータ群管理システム Σ AI¹⁴⁾ (三菱) では、ニューラル・ネットワークを用いて交通流を推定して平均待ち時間をリアルタイムにシミュレーションすることにより、かご割当ルール群から平均待ち時間に応じて最適なルールを選択する群管理アルゴリズムを実現している。これにより、輸送効率の大幅な向上（出勤時の平均待ち時間 15 ～ 30% 削減）が達成できたという。

将来のオフィスと人工知能技術

これまで紹介してきた技術にもまだ「発展途上」のものが多く、活用の仕方も含めて改善の余地が大きい。実際の現場に入り込んでより効果的な技術にブラッシュアップしていくとともに、そのフィードバックを次の研究開発につなげていくことが期待される。

将来のオフィスに期待される人工知能技術としては、ますます膨大になる生データ／情報から知識を創造していくことを可能にする技術がある。それが可能になれば、業務にとどまらず経営レベルに人工知能技術が直結する可能性もある。業務レベルにせよ、経営レベルにせよ、創造される知識をどのように活用していくのか、そのための人間系も含めた体制はどうすればよいか、という観点も技術開発と合わせて考えていく必要があるだろう。

参考文献

- 1) 野中郁次郎、竹内弘高、梅本勝博：知識創造企業、東洋経済新報社（1996）。
- 2) Gartner Research : The Knowledge Worker Investment Paradox, Gartner Research (2002)。
- 3) 井形伸之、小櫻文彦、片山佳則、津田 宏：セマンティックグループウェア：RDF を用いた KnowWho の実現、人工知能学会 Semantic Web とオントロジー研究会資料、SIG-SWO-A303-05 (2004)。
- 4) 中村英史、水田秀行：企業組織をコミュニケーションから評価する、情報処理、Vol.45, No.9, pp.950-955 (2004)。
- 5) 黒瀬邦夫（著）、野中郁次郎（監修）：富士通の知的「現場」改革、ダイヤモンド社（2005）。
- 6) Kawamura, T., Hasegawa, T., Ohsuga, A. and Honiden, S.: Bee-gent : Bonding and Encapsulation Enhancement Agent Framework for Development of Distributed Systems, Systems and Computers in Japan, John Wiley & Sons, Inc., Vol.31, No.13, pp.42-56 (2000)。
- 7) 高田裕志、市来宏基、牛嶋 悟、塩内正利、毛利隆夫、和田裕二：マルチエージェント指向グループウェア IntelliTeam、人工知能学会ヒューマンインタフェースデザイン研究会資料、SIG-HIDSN-9701-3 (1997)。
- 8) 難波 功：コンタクトセンターナレッジの効率的な構築方法について、平成 17 年電気学会全国大会講演論文集、3-S20-6 (2004)。
- 9) 山西健司：データマイニングとセキュリティ、第 17 回人工知能学会全国大会講演論文集、1A4-01 (2003)。
- 10) <http://www.de.nec.de/productdetail.php/id/1271/>
- 11) <http://www.secom.co.jp/isl/theme/ps03/index.html>
- 12) <http://www.incx.nec.co.jp/robot/robotcenter.html>
- 13) <http://www.hqrd.hitachi.co.jp/crl/nrd/crl20051003a.pdf>
- 14) 匹田志朗、阿部 茂：エレベータ群管理制御における AI 技術の応用、人工知能学会誌、Vol.17, No.1, pp.57-62 (2002)。

（平成 18 年 6 月 5 日受付）