

アメリカ合衆国におけるユニバーサル
コミュニケーションに関する研究開発動向調査

調査報告書

NICT ワシントン事務所

委託先 Washington | CORE

2009年3月

目次

1	連邦政府における自動翻訳研究－概要	2
1.1	米軍及びインテリジェンス・コミュニティにおける自動翻訳	4
1.2	最近の業績	6
2	現行主要助成プログラムのプロフィール	14
2.1	米国防総省国防高等研究事業局(DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency)	15
2.2	米陸軍(U.S. ARMY) – SEQUOYAH	17
2.3	米空軍(U.S. AIR FORCE) – Warfighter Training	18
2.4	全米科学財団(NSF: National Science Foundation)	18
3	主要な翻訳・コミュニケーションR&Dセンターのプロフィール	23
3.1	主要連邦政府研究機関における取り組み	24
3.2	主要大学研究所における取り組み	29
3.3	主要民間研究所における取り組み	37
4	まとめ	41
4.1	言語翻訳における主要な開発	42
4.2	言語翻訳助成における傾向	44

1 連邦政府における自動翻訳研究—概要

米国では、“ユニバーサル・コミュニケーション”という概念は、ほとんどの人にとって馴染みのあるものではない。ユニバーサル自動翻訳という考え方自体は非常に魅力的だが、そのようなイノベーションを生む技術は、現在のところ、期待以上の成果を挙げているとはいえない。ユニバーサル翻訳は、外国語コンテンツへのアクセスを拡大するワールド・ワイド・ウェブ(World Wide Web)の台頭とともに、注目されるようになったトピックである。Babelfishなどのサイトは、一般消費者向け翻訳システムに価値があることを示しているが、同時にその限界も露呈している。

ユニバーサル・コミュニケーションは、自動翻訳(通訳者を介さない言語間翻訳)と、話し言葉から話し言葉への変換と音声合成(speech-to-speech synthesis、話し言葉の自動的理解と合成)という2つの基本的プロセスで構成される。米国においては、自動翻訳(MT: Machine Translation)、及び話し言葉から話し言葉への変換(S2S)研究に対する連邦政府投資額は、公開情報を基に試算すると、2001年の約3,000万ドルから、2009年は9,000万ドル以上に増大したと推測される。非機密研究の大多数は、国防総省(DOD: Department of Defense)と全米科学財団(NSF: National Science Foundation)から資金提供を受けて実施されている。2001年~2009年にかけて、研究注力分野は従来の基礎研究中心から拡大し、現在はシステム統合と導入のための応用研究も含まれる。MT技術の一般的実用性も今では確証が得られており、MTが今後も多言語軍事活動の改善に貢献し、さらに重要な役割を担うという期待も正当化されている¹。同領域の研究には、機密プログラムの実施を通じ、とりわけ諜報機関、米国土安全保障省(Department of Homeland Security)、及び国防総省から、多額の研究資金が投資されているようである。

¹ Can MT really help the Department of Defense?

www.amtaweb.org/papers/1.10_Bemish2008.pdf

従来からMT技術研究をけん引してきたのは、米国の対テロ戦争を支えるにあたり欠かせない、アラビア語やその他言語の翻訳要員に対する差し迫った必要性である²。最近では2005年に、在バクダッド米国大使館職員1,000名のうち、アラビア語を流暢に話せる職員はわずか6名だった³。アフガニスタンでは47言語、イラクでは21言語が話されていることも、翻訳要員の必要条件をさらに複雑にした⁴。稼動削減効果によって利用が正当化される商用アプリケーションと違い、MTは今や、DoD及び諜報機関へ極めて重要なサポートを提供しており、その活動を支えるツールになりつつある。

軍事活動におけるMT導入には非常に多くの技術的課題があり、これまで導入スケジュールが何度も見直されてきた他、MIの目的自体も、当初の一般的S2Sから、医療や訓練支援といった具体的なアプリケーションへと限定され、MT基礎研究は今も必要とされている。MT応用上の課題には、標準辞書のようなサポート資源が限られた、いわゆる“低密度”方言への対応も含まれる。最後に、外国語情報の新しい活用方法統合に対するDoDの保守的な文化も、引き続きMT導入を阻害する要素となっている。

しかし、こうした困難があるにも関わらず、MI研究と導入は2001年以降、重要な進化を遂げている。米陸軍と国防関連研究機関は当面の見通しとして、MT研究活動の継続に強い意欲を示している。米陸軍などの方針は、米軍展開先においてMT研究や実現可能性調査の実施が拡大されているという事実によって、容易に裏付けされている。

² Human Language Technology: TIDES, EARS, Babylon
www.darpa.mil/DARPAtech2002/presentations/iao_pdf/speeches/WAYNE.pdf

³ The Iraq Study Group Report
http://www.usip.org/isg/iraq_study_group_report/report/1206/iraq_study_group_report.pdf

⁴ Meeting Army Foreign Language Requirements with the Aid of Machine Translation
<http://www.mt-archive.info/AMTA-2008-MacPherson.pdf>

1.1 米軍及びインテリジェンス・コミュニティにおける自動翻訳

2001年6月、米国防総省国防高等研究事業局(DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency)は連邦議会に対し、「多言語・連合環境のためのインテリジェント・ソフトウェア(Multi-lingual and Coalition Environments)」予算として2,020万ドルを要求した⁵。本研究予算の目的は以下に示す通りである:

- 特定のエンティティ(実在物、実在者)に関する情報を多言語で抽出、翻訳する。
- 外国語文書を英語で要約する。
- 初の言語横断処理アーキテクチャをリリースする。
- 多言語インテリジェンス分析と要約に関する実験を行う。
- 迅速な言語横断型開発を実現するツールを実演する。

本プロジェクトは、9/11に先立つ米軍及び諜報機関によるMT研究投資の大部分を示したものであり、9/11後のMT研究目的拡大と予算を評価する上で、有益なベースラインとなっている。9/11以前にも、米軍が多言語軍事活動の主要技術としてMTを認識していたことは明らかである。ただ、当時の主な目的がインテリジェンス収集であったのに対し、現在は歩兵のためのモバイルMT及び先端S2Sシステム開発が重視されている。

⁵ Intelligent Systems and Software Project ST-11, PE 0602301E, R-1 #14, FY2001
<http://www.dtic.mil/descriptivesum/>

MT研究は2001年6月、DARPAが出資する予算1億9,300万ドルの「大学研究イニシアチブ (University Research Initiative)⁶」においても、関心のある技術として言及された。また、2001年の9/11以前には、全米科学財団(NSF: National Science Department)の学術研究予算から約8万7,000ドルの助成金を受領し、同年9/11後には、製品志向研究予算から10万ドルの提供を受けた⁷。一方、DARPA以外の機関が助成するMT研究予算の絶対額は比較的小さいが、9/11に回答した米軍が言語上の問題に直面したことが、MT技術の全般的注力分野と予算総額を劇的に変えた。

2002年2月までに、DARPAのMT研究助成構造は、「ヒューマン言語技術(Human Language Technology)」設置を受けて大幅に拡張された。この取り組みからは、「コミュニケーター(Communicator)」と「バビロン(Babylon)」と呼ばれる、2件の人対機械(human-to-machine)コミュニケーション・プログラムが生まれた。また、以下に示す4件の人対人(human-to-human)コミュニケーション・プログラムも開始されている:

- 言語横断的情報検出・抽出・要約(TIDES: Translingual Information Detection, Extraction, and Summarization)
- 有効・経済的・再利用可能なスピーチ-テキスト変換(EARS: Effective Affordable Reusable Speech-to-Text)
- 複数話者環境(MUSE: Multispeaker Environments)
- グローバル自立言語開発(GALE: Global Autonomous Language Exploitations)⁸

2002年度のDARPA予算要求には、米軍と諜報機関によるMT研究予算について、複数のマイルストーンが示された。まず、2002年度予算要求は、MT予算全体で年間約10%の増額を見込んでいる。第二に、よりフォーカスされた複数のMT及びS2S関連研究プロジェクトが設置された。インテリジェンス収集目的のためのMT技術に加え、完全S2Sシステム開発のための予算を米軍が正式に設けたのは、これが初めてだった。

⁶ University Research Initiative, PE 0601103D8Z, FY 2001
<http://www.dtic.mil/descriptivesum/>

⁷ NFS Awards
<http://www.nsf.gov/awardsearch/>

⁸ Intelligent Systems and Software Project ST-11, PE 0602301E, FY2002
<http://www.dtic.mil/descriptivesum/>

継続中の MT 研究に対しては、2、3 の実用的な代替案も提示されている。米陸軍はこれまで、諜報機関から言語要員を借り受けてきた。しかし、今も続く対テロ戦争の結果、インテリジェンス・リソースに対する需要は劇的に増加し、従来のやり方は通用しなくなった。また、翻訳要員の訓練や雇用にかかる費用は、法外に高額である。例えば、米陸軍は 2008 年、イラクにおける翻訳サービスのために 5 年間 47 億ドルの契約を締結している。

プログラム変更に関連した研究進歩とシステム導入予算を考慮した場合、国防総省予算は 2002 年度から 2009 年度にかけて徐々に増加しており、今後も当面は 9/11 後の水準に維持されるものと予想される。2002 年以降の MT 技術進歩は、DARPA が 2002 年に示した最も楽観的なシステム導入と多言語部隊増加予想⁹には達しないが、DARPA 予算を約 7,000 万ドル水準に維持することを正当化するだけの十分な進歩はあった。

1.2 最近の業績

MT 技術は、極めて未完成で、発展中の技術である。連邦政府による 10 年超にわたる投資は、重要な MT インフラの開発と概念実証達成という成果を生んだ。しかし、翻訳者に匹敵する能力を備えた全機能搭載 MT システムは、今も存在しない。それにもかかわらず、過去 10 年間の業績は、MT 研究投資継続のけん引力となり、さらに MT 技術と軍事システムの明確な将来像を示唆したという点で、重要であるといえる。

MT 研究の業績を理解するには、以下に示す複雑な S2S 翻訳処理における 5 つの重要技術の一つとして MT を捉える必要がある¹⁰：

- 自動音声認識 (ASR: Automatic Speech Recognition)
- 自然言語理解 (NLU: Natural Language Understanding)
- 自動翻訳 (MT: Machine Translation)
- 自然言語生成 (NLG: Natural Language Generation)

⁹ DARPA Tech 2002 Symposium, Human Language Technology: TIDES, EARS, Babylon
http://www.darpa.mil/DARPAtech2002/presentations/iao_pdf/speeches/WAYNE.pdf

¹⁰ Speech-to-Speech Translation
<http://domino.watson.ibm.com/comm/research.nsf/pages/r.uit.innovation.html>

➤ テキスト音声合成(TTS: Text-to-Speed Synthesis)

理想的な S2S システムでは、前掲各要素をシームレスに利用し、S2S の目的が達成される。また、各要素は、外国語文書の自動翻訳といった独立アプリケーションにおいても適用される。そのような理想的な S2S システムは存在しないが、その概念は、MT 技術成果物の有効性を評価するための有益なベンチマークとなっている。

MT概念実証

DARPA予算を使って導入された最初の実用的な言語支援システムは、Marine Acoustics社のVoxTec部門が開発した「フレーズレーター(Phraselator)」である。フレーズレーターは、携帯型装置のメモリーからフレーズ(単語列)を選択し、その音声ファイルを必要な外国語で再生するというもので、技術的にはMTでもS2Sシステムでもない。フレーズレーターの最初の実地試験は2001年にアフガニスタンで実施され、成功裏に終了した¹¹。2004年時点では、アフガニスタンおよびイラクに展開する複数の軍組織において、推定2,000ユニットのフレーズレーターが使用されていた。

¹¹ Phraselator
<http://en.wikipedia.org/wiki/Phraselator>



出典: Voxtec.com

フレーズレーター(写真参照)は、完全仕様の携帯型S2S装置が、米軍にとっていかに有益であるかの概念を証明するものであり、その意味でMT及びS2S研究の業績として認識されるに十分に値する。機能の限定されたフレーズレーター・プラットフォームの貢献度を、正確に数値で示すのは困難だが、仮に戦時下のフレーズレーター展開が重大な欠陥を提示した場合、連邦政府によるMT投資が大きな痛手を被ることは間違いない。フレーズレーター・プロジェクトは2004年、軍事活動に対する功績が認められ、DARPAから「政府機関による持続可能なエクセレンス(Sustainable Excellence by a Government Agent)」賞を授与された¹²。

MTインフラ開発

米陸軍情報司令部(U.S. Army Intelligence Command)は2002年、外国語インテリジェンス分析に携わる人的資源とMTの組み合わせを管理するにあたり、ワークフロー合理化の必要性を認識した。そこで、インテリジェンス処理の分析に着手し、多言語インテリジェンス・コンテンツの収集、スクリーニング、翻訳、アーカイブ、分析、及び利用に関わる主要ステップを特定した。現在DHDS DOCEXとして知られるシステムの試作品はイラクに導入され、イラクの大量破壊兵器捜索期間中に収集された大量の情報の翻訳に利用された。DHDS DOCEXに対する開発投資額は非公開だが、本システムはその後、米国インテリジェンス・コミュニティ全体にとって有益なツールへと進化している。

¹² DARPA Tech 2004 Awards

<http://www.darpa.mil/DARPAtech2004/awards.html>

DHDS DOCEX は、新 MT 技術利用にあたり必要となるインフラや、トリップワイヤー (TripWire) を含む新システムの開発、及び継続中の MT 技術基礎研究をけん引する仕様要件を提供したという点において、最近の MT の飛躍的進歩と評価されている。トリップワイヤーは、国防情報局 (Defense Intelligence Agency) が分析業務を行うために採用した新興プラットフォームである。独自機能としては、情報インプットの継続的及び協調的処理、及びアラビア語と中国語 MT を支援する Language Weaver 社の製品を統合したことが挙げられる。

アブ・グレイブ刑務所で発覚した捕虜拷問問題に関わる法的訴追や防諜調査に採用された「グローバルビュー (GlobalView)」システムも、連邦政府助成による MT インフラ開発業績の一つである¹³。グローバルビューは、60 言語超の MT エンジン統合している。これまでに情報収集面で複数の成果を上げているが、中でも外国語報道における有益なインテリジェンス情報特定領域において評価されている。ARGUS は、グローバルビューに類似したシステムである。世界の主要な生物学的異変に関連した情報の収集と翻訳を目的に、DoD が開発した。ARGUS は最低 13 言語と 8 つの異なる MT エンジンをサポートする。

MT 評価インフラ

国立標準規格技術院 (NIST: National Institute of Standards and Technology) の情報アクセス部門 (IAD: Information Access Division) マルチモーダル情報グループ (Multimodal Information Group) は、1997 年以来、拡大を続ける MT 技術シリーズの評価に資金を出している。これら評価の結果、MT と S2S システムの要素について、これまでに膨大な量のテスト結果が生成された。評価対象には、テキストからテキストへの変換 (text-to-text) MT、DARPA 助成 GALE 及び MADCAT プログラム参加機関に特定の MT 機能、及び S2S の主要要素である複数情報抽出・翻訳・音声認識が含まれる¹⁴。

2001 年に始まった NIST の MT 評価は、MT 精度の段階的改善を示しているが、ソフトウェア準備と評価に使用されるデータセットに年によって違いがあるため、実際に MT がどれだけ改善したかを確かめるのは困難である。NIST はその評価の目的を、代替 MT ソリューションの相対的価値の決定というよりは、むしろ MT 及び S2S 開発者によるソフトウェア・アルゴリズム改善努力を支援することと明確に述べており、それを考えるとこの結果は驚きに値しない。

¹³ Can MT really help the Department of Defense?
www.amtaweb.org/papers/1.10_Bemish2008.pdf

¹⁴ National Institute of Standards and Technology, Information Access Division, Multimodal Information Group
<http://www.nist.gov/speech/>

2008年、NISTはメトリクスMATR(MetricMATR)と呼ばれる一連の研究課題イベントを開始した。本イベントでは、以下に示す既存MT評価フレームワークの欠陥が議論される¹⁵：

- MTメトリクスは、導入済みMTシステムの現実的性能を予測しない。
- 自動メトリクスは、英語においてしか意味のある結果を出せない。
- 人が行う評価は、高額かつ時間がかかり、標準化が難しい。
- MTメトリクス技術を評価する、共通統一した評価基準が存在しない。
- MTメトリクス開発に関し、新たな展望がない。

2008年のNISTメトリクスMATRプログラム開始によって明らかのように、MT研究コミュニティのMTメトリクス改善要求は、8年にわたる標準MT評価活動の結果である。MT基礎研究に対するDARPAとNSFによる投資が継続していることを考慮すれば、一般的にMT技術の現状は成熟及び／あるいは十分な状況からほど遠いことが推察される。

S2Sシステム導入

Fluential社の「Sマインド(S-Minds)」システムは、実用的かつ実用化されたS2Sシステムの成功例の一つである。同システムは、DARPA、NSF、NIST、国務省(State Department)、及び外務職員局(FIS: Foreign Service Institute)からの研究助成、及びシステム開発契約によって開発された¹⁶。S2S軍事アプリケーション市場には、IBMやSRIなどの大手企業も含め、複数の民間競合企業が存在するが、比較的小規模なFluential社が助成金とシステム開発契約の最大シェアを獲得し、ほぼ間違いなく現時点で最先端のS2S技術を持つ。

¹⁵ NIST Metrics for Machine Translation Challenges (MetricsMATR)
<http://www.nist.gov/speech/tests/metricsmatr/>

¹⁶ Training Iraqis: S-Minds 2-way speech translation enables communication for training
<http://www.fluentialinc.com/?nsvideo,Id=military>



出典: *Fluential Inc.*

S マインド・システム(写真は実演装置)は領域特定型 S2S ソリューションであり、現在は放射線学、軍事訓練、及び物理療法アプリケーション向け開発に力を入れる。S2S 技術はもともと 2 言語間のユニバーサル翻訳を目指して開発されておらず、注力する領域を特定する必要がある。代わりに、翻訳は特定の技術領域に限定されるため、システムにはそれに応じた専門用語セットの語彙集が格納される。領域を特定し、さらに稼働を省略するための複数技術を採用してもなお、Fluential 社のシステムを新アプリケーション用に最適化するには、1~3 ヶ月を要す。S マインド・システムに関する技術的トレードオフ分析は、S2S 技術の現状を分かり易く示している。

自動音声認識(ASR: Automatic Speech Recognition): Sマインドは、複数のASR技術を同時に採用しており、それには特定領域で一般的に使用される単語の認識精度を上げるために対象領域を絞り込んだASR技術、及び、精度は低いが使用頻度の少ない単語を認識する、広範な領域を対象としたASR技術が含まれる。この事実からは、広範な領域に適応可能なASRシステムは、任意の 2 言語間でのS2Sアプリケーションを高精度にサポートできないということが推定される¹⁷。

¹⁷ Fluential's Innovation in Speech Translation Technology
<http://www.fluentialinc.com/?nscontent,Id=todaystech>

自然言語理解(NLU: Natural Language Understanding): Sマインドは、話者が言わんとすることをシステムに確実に理解させるため、言い換え(意識)翻訳(paraphrase translation)、及び音声あるいはグラフィックを使った確認機能を採用した。Sマインドの言い換え翻訳機能は非常に上手く開発されており、直訳を試みる代わりに、特定アプリケーションの文脈において音声メッセージの核心的意味を認識して翻訳する。言い換への単純化(paraphrase simplification)は、S2Sの実用的な進歩である。というのも、特定のアプリケーション領域外で直訳機能を持つMTシステムは存在しないからである。また、NLU処理にはエラーは付き物であり、話し言葉の文脈をグラフィックあるいは音声で確認する機能は必要不可欠である。確認機能は利用者に対し、話し言葉が誤って理解されたまま翻訳され、言語間の誤解を生じてしまう前に、ASR及びNLUのエラーを、自分たちの言語で認識し修正する機会を与える。

自動翻訳(MT: Machine Translation): 統計的自動翻訳(Statistical Machine Translation)に対するSマインドのアプローチは、言語を構造的要素と語彙要素に分離し、両要素を同時に追求するシステムといよりは、むしろ両要素をより効率的に学習するMTシステムを開発するというものである。ここで留意すべきは、Sマインド・システムは特定アプリケーションに対応するために必要となる、比較的狭義のMTタスクに焦点を置いており、一般化されたMTアプリケーションは念頭にないということである。このことは、SマインドのMTメソロジーがMTの特定アプリケーションに対し、精度と学習し易さの両面で飛躍的進歩を提供するということを示している。Sマインド・システムは、NISTが毎年試験対象にしているような汎用MTシステムの限界を、暗に認めていると言える。

自然言語生成(NLG: Natural Language Generation)とテキスト音声合成(TTS: Text-to-Speech Synthesis): Sマインドは、記録された小語彙及び合成アウトプットと、第三者からライセンス供与を受けた大語彙TTS技術の両方を使用する。ここでも、狭義のアプリケーションへNLGとTTSシステムを集中させる必要があったということは、医療や訓練アプリケーションに必要とされる流暢さや精度を実現するには、広義のTTSシステムでは不十分であるということを示している。

まとめ：ユニバーサル・コミュニケーションにおける最新技術

連邦政府機関が助成するユニバーサル・コミュニケーション R&D プログラムによって開発された具体的なシステムや技術において、研究コミュニティと民間セクターは、真に“ユニバーサル”な翻訳という目標からまだ、かなりかけ離れているといえる。最も成功したアプリケーションは、予めプログラムされた2言語間で一般的に使用される特定のフレーズ(単語列)セットだけを翻訳するシステム(フレーズレーターがこれに該当)、あるいは、翻訳を必要とする語彙を、比較的小さな用語セットに限定するアプリケーション(S マインド・システムがこれに該当)である。自然言語処理、文脈理解、及び(直訳に対して)意識を組み合わせる難しさは、現在の MT アプローチの限界を超える。これから推測される最も重要なことは、研究者たちは真のユニバーサル・コミュニケーションを実現するために、人工知能(machine intelligence)に対し、完全に新しい構造的アプローチを特定する必要があるということである。ユニバーサル・コミュニケーションのための新しい軌道の模索は、連邦政府助成研究の注力領域の一つとなっている。

2 現行主要助成プログラムのプロフィール

非機密 MT 研究予算の大半は、国防総省 (DoD: Department of Defense) 及び全米科学財団 (NSF: National Science Foundation) から出資される傾向が続いている。応用研究と実用的 MT システム開発に対する投資が増える一方で、MT 基礎研究助成は、引き続き複数政府機関の重要な目的となっている。本章では以下に示す連邦政府助成プログラムを取り上げる：

- DARPA – TRANSTAC, GALE, MADCAT, RATS
- U.S. ARMY – SEQUOYAH
- U.S. AIRFORCE – 戦闘訓練 (Warfighter Training)
- NSF – 情報及びインテリジェント・システム (Information and Intelligent Systems)

2.1 米国防総省国防高等研究事業局(DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency)

DARPA 局長を務める Tony Tether 博士は過去 8 年間、戦闘下にある兵士へ直接利益をもたらす可能性のあるプログラムに重点を置いてきた。イラクとアフガニスタンにおける戦争で、自動翻訳とユニバーサル・コミュニケーションは、地元住民とのコミュニケーションをはじめ、人的及び信号インテリジェンス(傍受したコミュニケーション)の収集と解釈、及び戦争捕虜の尋問を含む活動支援に有望な機能を提供してきた。その結果、自動翻訳プログラム予算は 2001 年から増加している。

TRANSTAC

「戦術的利用のための口語コミュニケーションと翻訳システム(TRANSTAC: The Spoken Language Communication and Translation System for Tactical Use)」は、予算 1,420 万ドル(2008 年度)のプログラムであり、米軍職員と(軍事活動展開先の)自国話者間の S2S コミュニケーションに資金を拠出する。TRANSTAC は、既存 MT 翻訳プラットフォームを活用し、中東の低密度言語及び方言に対応した翻訳システムの迅速な導入を目的としている¹⁸。

TRANSTAC は 2007 年、イラクにおける導入と現地試験を目的に、SRI が開発した「イラクコム(Iraqcomm)」と呼ばれるアラビア語/英語 S2S システムを 75 基購入した。イラクコム(写真)は、軍隊保護、セキュリティ、市政サービス、医療サービス、及びその他カスタム・アプリケーション用に設定されている¹⁹。



出典: [Iraqcomm.com](http://iraqcomm.com)

TRANSTAC は、イラクにおける迅速なデータ収集を図るため、「Call-A-トランスレーター(Call-A-Translator)」システムにも資金を提供してきた。開発及び試験活動を拡大し、現在はペルシア語にも対応している。TRANSTAC の主要イニシアチブは、ハンズフリー及びアイフリー携帯型 S2S システムの開発である。

¹⁸ Information and Communications Technology, Project IT-04, PE 0602303E
<http://www.dtic.mil/descriptivesum/>

¹⁹ IraqComm Speech to Speech Translation System
<http://www.iraqcomm.com>

GALE

「グローバル自立言語利用(GALE: Global Autonomous Language Exploitation)」は、外国言語のスピーチ及びテキストの自動転写・翻訳技術の開発を目指す、予算 4,900 万ドル(2008 年度)のプログラムである。転写及び翻訳には、翻訳情報の文脈を記述する要約が添付される²⁰。GALEは、翻訳にかかる人的資源要求を減らすこと、及び軍事拠点における特定領域専門家の数を減らすことを目的とする。軍事拠点では、状況認識のため、外国語情報がオープンソース(公開情報)から収集される。

GALE プログラムの高度な目的には、トーク番組での会話やチャットルームでのコミュニケーションといった、構造化されていないスピーチのための MT が含まれる。GALE プログラムは、複数 MT エンジン統合と最適化のための大型かつ複雑なインフラを提供する。将来は、対象とする言語を広げるとともに、言語ごとに自然言語処理(Natural Language Processing)の進化を図る計画である。

MADCAT



出典: DARPA.MIL

²⁰ Information and Communications Technology, Project IT-04, PE 0602303E
<http://www.dtic.mil/descriptivesum/>

「多言語自動文書分類(MADCAT: Multilingual Automatic Document Classification)」は、印刷物や画像の獲得、翻訳、及び迅速な活用を実現するMT技術開発を目的とするプログラムで、2008年度予算は830万ドルだった。印刷された文書や画像には、米国あるいは多国籍軍がテロリスト家宅捜索時に発見するものが含まれる。前掲の写真は戦場での典型的な状況を示したもので、多国籍軍兵士は壁に掛けられた描画などの外国語資料を見つけたが、解釈ができない。MADCATは、兵士が外国語資料を発見、現場で翻訳できるようにするため、携帯型装置の開発にも資金を出している。MADCATプログラム下で開発中の主要技術には、MTと併用される光文字認識(OCR: Optical character recognition)技術が含まれる²¹。

RATS

「頑強スピーチ自動翻訳(RATS: Robust Automatic Translation of Speech)」は、予算470万ドル(2009年度)のプログラムである。騒々しい敵対的環境での利用を想定し、GALEの進化を基に、一方向の外国語S2S、あるいはスピーチのテキスト変換(speech-to-text)翻訳システムを開発する。RATSが開発を目指す主要技術は、戦場の特徴である騒々しい環境での音声認識と、音声ベースの音源定位を補完する視線追跡技術である²²。

2.2 米陸軍(U.S. ARMY) – SEQUOYAH

「SEQUOYAH外国語翻訳システム(SEQUOYAH Foreign Language Translation System)」は、2009年度予算1,100万ドルの米陸軍によるプログラムである。外国語翻訳を自動的かつタイムリーに実現することを目的とする。プログラムには、一方向スピーチ翻訳、S2S、MT、及び外国語放送モニタリングが含まれる。SEQUOYAHは、DoD全組織を対象に外国語翻訳機能を開発する“合同出資プログラム(Joint Interest Program)”である。1,100万ドルの予算のうち、400万ドルがMTエンジン開発へ当てられ、残りは自動スピーチ認識(Automatic Speech Recognition)とOCR技術間で分配される²³。

²¹ MADCAT Industry Day
http://www.darpa.mil/ipto/solicit/baa/BAA-07-38_ID01.pdf

²² Information and Communications Technology, Project IT-04, PE 0602303E
<http://www.dtic.mil/descriptivesum/>

²³ All Source Analysis System, Project B51, PE 0604321A
<http://www.dtic.mil/descriptivesum/>

2.3 米空軍(U.S. AIR FORCE) – Warfighter Training

米空軍は、「決定有効性・バイオ科学(Decision Effectiveness and Biosciences)」プログラムの 2009 年度予算 4,940 万ドルの一部を、「分散マルチエンティリー構成のための多言語協調ツール利用法調査(Explore the use of multilingual collaboration tools for distributed multi-entity teaming)」、及び「あまり知られていない言語のための多国間スピーチ翻訳技術の継続開発(Continued development of multinational speech translation technologies for obscure languages)」へ振り分けている。2009 年度は、空軍が MT 技術の潜在的貢献を認め、MT 活用の実現可能性調査へ研究予算を分配した最初の年である²⁴。

2.4 全米科学財団(NSF: National Science Foundation)

全米科学財団(NSF: National Science Foundation)は、1967 年以降に助成金として、MT 研究に約 1,270 万ドルを出資した。NSF のコンピュータ・情報科学工学局(CISE: Computer and Information Science Engineering)は、MT 関連技術を含むコンピュータ関連研究に対し、6 億 3,900 万ドル(2009 年度)を分配している。2009 年度の CISE 予算要求額は、2008 年度比で 19.5%、1 億 423 万ドルの増加となっている。

表 1 は、MT 研究に対する全 NSF 助成金交付案件、及び各案件へ提供された資金総額を示したものである。DoD による助成と異なり、NSF の助成対象は、特定の MT ミッション達成とは直接関係のない、基礎科学志向のものとなっている。そのため、NSF 助成 MT 研究のトピックは、DoD が掲げる目標を直接サポートするプロジェクトから、アラスカのネイティブ言語自動翻訳といった比較的目立たないトピックまで多岐にわたる。MT 研究向け予算のほとんどは、以下に示すサブ・プログラムを含む、CISE の「情報及びインテリジェント・システム・プログラム(Information and Intelligent Systems Program)」を通じて提供される。

- 人間中心コンピューティング(Human-Centered Computing)
- 情報統合とインフォマティクス(Information Integration and Informatics)
- 頑強なインテリジェンス(Robust Intelligence)

²⁴ Human Effectiveness Applied Research, PE 060220F
<http://www.dtic.mil/descriptivesum/>

MT 関連助成の一部では、MT をプロジェクトの具体的な目的に定めるというよりは、むしろ人工知能と情報処理に対する新アプローチの可能性を実演するために研究者が使用するアプリケーションとして、自動翻訳とユニバーサル・コミュニケーションが言及されている。

表1: NSF 助成 MT 研究プロジェクト

番号	研究タイトル	助成受領日	受領機関	金額
530118	自動翻訳システムのための言語理解における意味表現調査 (Investigation of Meaning Representations in Language Understanding for Machine Translation Systems)	19-Aug-08	Johns Hopkins University	\$1,998,914
713448	言語及び翻訳のマルチレベル・モデリング (Multi-Level Modeling of Language and Translation)	30-Jul-08	Johns Hopkins University	\$401,213
小計: \$2,400,127				
9618941	汎用事例ベース自動翻訳 (Generalized Example-Based Machine Translation)	29-Sep-99	Carnegie-Mellon University	\$723,304
534217	低リソース言語自動翻訳のための学習ベース・フレームワーク (A Learning-based Framework for Machine Translation of Low Resource Languages)	19-Aug-08	Carnegie-Mellon University	\$703,000
713402	RI:協同研究:自動翻訳のための識別ナレッジ・リッチ言語モデリング (RI: Collaborative Research: Discriminative Knowledge-Rich Language Modeling for Machine Translation)	8-Aug-08	Carnegie-Mellon University	\$213,937
713292	自動翻訳のための能動的データ選択 (Active Selection of Data for Machine Translation)	3-Jul-08	Carnegie-Mellon University	\$156,000
1613	米国・エジプト共同研究:アラビア語話し言葉の英語自動翻訳 (US-Egypt Cooperative Research: Machine Translation of Spoken Arabic into English)	7-Apr-05	Carnegie-Mellon University	\$24,400
小計: \$1,820,641				
238406	自動翻訳のための経験的手法 (Empirical Methods for Machine Translation)	10-Jul-08	New York University	\$424,886
534700	共同研究:構造配置ベース自動翻訳 (Collaborative Research: Structure Alignment-based Machine Translation)	25-Apr-08	New York University	\$368,000
415933	よりリッチなナレッジ表現を備えた統計的自動翻訳 (Statistical Machine Translation with Richer Knowledge Representation)	10-Jul-08	New York University	\$281,987
9303013	日英自動翻訳のためのナレッジ獲得に関する共同研究 (Collaborative Research on Knowledge Acquisition for Japanese-English Machine Translation)	28-Jun-95	New York University	\$160,871
8902304	日英自動翻訳に対する特殊言語アプローチ (A Sublanguage Approach to Japanese-English Machine Translation)	25-Jul-90	New York University	\$120,181
小計: \$1,355,925				
428020	自動翻訳と自然言語処理のための確率的木変換器 (Probabilistic Tree Transducers for Machine Translation and Natural Language Processing)	9-Aug-07	University of Southern CA	\$1,250,000
210165	アラビア語から英語の統計的自動翻訳と統語的・意味分析の統合 (Integrating Statistical Machine Translation from Arabic to English with Syntactic and Semantic Analysis)	4-Sep-02	University of Southern CA	\$25,000
小計: \$1,275,000				

239290	SBIR フェーズ II : NUMBERS: 統計的自動翻訳の現実世界応用 (SBIR Phase II: NUMBERS: Bringing Statistical Machine Translation into the Real World)	25-Oct-04	WEAVER LANGUAGE INC.	\$1,000,000
128379	STTR フェーズ I : NUMBERS: 統計的自動翻訳の現実世界応用 (STTR Phase I: NUMBERS: Bringing Statistical Machine Translation into the Real World)	27-Nov-01	WEAVER LANGUAGE INC.	\$100,000
小計: \$1,100,000				
548763	SBIR フェーズ II : 統計的自動翻訳へのナレッジベース統合 (SBIR Phase II: Incorporation of Knowledge Base into Statistical Machine Translation)	6-Dec-07	Fluential , Inc.	\$754,998
441891	SBIR フェーズ I : 統計的自動翻訳へのナレッジベース統合 (SBIR Phase I: Incorporation of Knowledge Base into Statistical Machine Translation)	9-Nov-04	Fluential , Inc.	\$100,000
小計: \$854,998				

表1: NSF 助成 MT 研究プロジェクト(続き)

308297	音声認識システム・ブートストラップのための自動翻訳利用 (Using Machine Translation to Bootstrap Speech Recognition Systems)	27-Jul-07	University of Washington	\$412,000
840461	共同研究: 文脈上自動翻訳 (Collaborative Research: Contextual Machine Translation)	5-Aug-08	University of Washington	\$119,765
552492	自動翻訳のためのスピーチにおける隠された構造と句読点予測 (Predicting Hidden Structure and Punctuation in Speech for Machine Translation)	22-Mar-06	University of Washington	\$15,000
小計: \$546,765				
9302903	日英自動翻訳のためのナレッジ獲得に関する共同研究 (Collaborative Research on Knowledge Acquisition for Japanese-English Machine Translation)	26-Jan-96	Monmouth University	\$224,000
8902269	日英自動翻訳に対する特殊言語アプローチ (A Sublanguage Approach to Japanese-English Machine Translation)	5-Apr-91	Monmouth University	\$106,095
534325	共同研究: 構造配置ベース自動翻訳 (Collaborative Research: Structure Alignment-based Machine Translation)	25-Apr-08	Monmouth University	\$82,000
小計: \$412,095				
546554	統計的自動翻訳意味論 (Semantics for Statistical Machine Translation)	29-Dec-08	University of Rochester	\$411,709
小計: \$411,709				
9628880	自動翻訳におけるミスマッチ解決のための論理的・確率論的アプローチ (Logical and Stochastic Approaches to Mismatch Resolution in Machine Translation)	27-Nov-00	SRI International	\$394,985
小計: \$394,985				
415030	統計的自動翻訳新モデル (New Models for Statistical Machine Translation)	28-Mar-08	MIT	\$324,924
小計: \$324,924				
836560	マップレデュースを利用する統計的自動翻訳 (Putting the Clouds in Context: Statistical Machine Translation with MapReduce)	18-Jun-08	University of Maryland	\$200,000
838801	統計的自動翻訳におけるソース・ミーニングの代替パッケージング利用 (Exploiting Alternative Packagings of Source Meaning in Statistical Machine Translation)	17-Dec-08	University of Maryland	\$71,221
9120788	言語間自動翻訳と語彙 (Interlingual Machine Translation and the Lexicon)	7-Apr-92	University of Maryland	\$51,830
小計: \$323,051				
612791	自動翻訳のための構文ベース評価メトリクス学習 (Learning Syntax-based Evaluation Metrics for Machine Translation)	22-May-07	University of Pittsburgh	\$205,199
712810	共同研究: 自動翻訳のための識別ナレッジ・リッチ言語モデリング (Collaborative: Discriminative Knowledge-Rich Language Modeling for Machine Translation)	8-Aug-08	University of Pittsburgh	\$64,373
小計: \$269,572				

5900046	自動翻訳におけるコンピュータ支援研究のための契約 (Contract For Computer-Aided Research in Machine Translation)	30-Jun-67	Bunker Ramo Corporation	\$240,000
8407114	ナレッジ・ベース多言語自動翻訳 (Knowledge-Based Multilingual Machine Translation)	12-Jul-85	Colgate University	\$98,280
8902106	日英自動翻訳に対する特殊言語アプローチ (A Sublanguage Approach to Japanese-English Machine Translation)	8-Apr-91	CUNY Hunter College	\$87,207
196352	自動翻訳におけるミスマッチ解決のための論理的・確率論的アプローチ(Logical and Stochastic Approaches to Mismatch Resolution in Machine Translation)	6-Jun-01	San Diego State University	\$81,413
840538	共同研究: 文脈上自動翻訳 (Collaborative Research: Contextual Machine Translation)	5-Aug-08	Michigan State University	\$80,000
9260988	中国語・英語自動翻訳における英語文法自己補正 (Self-Correction of English Grammar in Chinese-to-English Machine Translation)	18-Dec-92	CITAC Computer Inc	\$49,930
107369	国際研究フェロシップ・プログラム: アラビア語コンピューショナル形態論と自動翻訳 (International Research Fellowship Program: Arabic Computational Morphology and Machine Translation)	6-Apr-05	Cavalli-Sforza, Violetta	\$42,415
9907441	アラスカ・ネイティブ言語のコンピュータ支援翻訳に関するワークショップ(Workshop on Computer Assisted Translation of Alaska Native Languages)	27-Apr-99	University of Alaska	\$18,040
NSF 予算合計: \$12,187,077				

3 主要な翻訳・コミュニケーションR&Dセンターのプロフィール

真の自動翻訳達成において認められる顕著な進歩がなかったことから、MT 分野における研究及び商用開発は、90年代にはほとんど注目されなかった。しかしそれ以降、2つの重要な発展が、R&D 機関による MT 研究への関心を高めている。国家安全と本土防衛任務を支援するための、MT およびユニバーサル・コミュニケーションに対する国家ニーズが明確になったこと、ワールド・ワイド・ウェブで入手可能な非英語情報が急増したこと(ほとんどの米国利用者は自動翻訳経由でのみアクセス可能)の2点である。

3.1 主要連邦政府研究機関における取り組み

第二章で触れたように、ほとんどの連邦政府自動翻訳 R&D は委託研究プログラムによってサポートされており、DARPA や NSF といった機関は、非政府研究グループへ資金を提供する。内部研究に関しては、NIST (MT 評価標準に注力) と陸軍研究所 (Army Research Lab) という 2 つの主要組織がユニバーサル・コミュニケーション研究に取り組んでいる。尚、本領域における機密研究については、情報が公開されていないことから、対象から除外しているが、相当量の機密研究が実施されていると考えられる。

国立標準規格技術院 (NIST: National Institute of Standard and Technology) マルチモーダル情報グループ (Multimodal Information Group)

所在地	メリーランド州ゲイサーズバーグ (Gaithersburg, Maryland)
組織	国立標準規格技術院 (NIST: National Institute of Standards and Technology) - IT 研究所 (ITL: Information Technology Laboratory) - 情報アクセス部 (IAD: Information Access Division) - マルチモーダル情報グループ (Multimodal Information Group)
ディレクター	John Garofolo, Group Leader
研究者数	15
予算	NIST 予算 9 億 3,150 万ドル (2008 年度)
URL	http://www.nist.gov/speech/

概要

NIST のマルチモーダル情報グループ (非公式に“スピーチ・グループ”と呼ばれる) は、マルチメディア及び多言語情報へのアクセス、及びヒューマン・コンピュータ・インターフェースを改善する技術の進展とその利用促進を目的に、評価方法の調査と開発に取り組む。同グループが関心を持つ技術には、音声認識、話者認識、言語認識、自動翻訳、そして視覚認識が含まれる。

歴史

マルチモーダル情報グループは、商用製品開発を通じた政府助成機密研究という観点から、米国有数の MT 評価研究ラボラトリーと言える。発足以来、以下に示す一連のベンチマーク評価を実施してきた：

- 自動コンテンツ抽出 (Automatic Content Extraction) 1999 年から現在
- CLEAR 2006 年～現在
- GALE 翻訳 (GALE Translation) 2006 年から現在
- 言語認識 (Language Recognition) 1996 年から現在
- 自動翻訳 (Machine Translation) 2001 年から現在
- 自動翻訳メトリクス (Metrics for Machine Translation) 2008 年から現在
- リッチ転写 (Rich Transcription) 2003 年から現在
- 話者認識 (Speaker Recognition) 1996 年から現在
- 話された用語検出 (Spoken Term Detection) 2006 年から現在
- TRECVID イベント検出 (TRECVID Event Detection) 2008 年
- MADCAT 2008 年
- 放送ニュース認識 (Broadcast News Recognition) 1996 年から 1999 年
- 電話の会話認識 (Conversational Telephone Recognition) 1997 年から 2001 年
- 音声ドキュメント検索 (Spoken Document Retrieval) 1997 年から 2000 年
- トピック検出と追跡 (Topic Detection and Tracking) 1998 年から 2004 年

組織及びリーダーシップ

マルチモーダル情報グループは、情報アクセス部 (IAD: Information Access Division) 内の組織である。IAD は情報技術ラボラトリー (ITL: Information Technology Laboratory) のオペレーティング部門であり、ITL は NIST が管理する 10 の内部研究所の一つである。NIST の 2008 年度総予算は、サービスからの収入を含め 9 億 3,100 万ドルであった。IAD の具体的な予算額は非公開である。マルチモーダル情報グループのリーダーは John Garofolo 氏で、グループの拠点はメリーランド州ゲイサースバーグである。

提携及び関係

マルチモーダル情報グループの研究は、米国内全ての主要政府及び民間資金で実施される MT と S2S 研究活動をサポートする。MT 及び S2S 研究には非定期的に助成を行っており、「NIST 高度技術プログラム (Advanced Technology Program)」による Fluential への助成金拠出はその例である²⁵。Fluential によると、本研究助成は「Fluential が重要な技術を獲得した非常に成功したプロジェクト」だった。その技術は現在、同社音声翻訳システムへ統合されている。他にも、言語データ連合 (LDC: Linguistic Data Consortium)、欧州言語リソース協会 (ELRA: European Language Resources Association)、評価・言語リソース分配局 (ELDA: Evaluation and Language Resources Distribution Agency)、言語及びコミュニケーション技術評価センター (CELCT: Center for the Evaluation of Language and Communication Technologies) などの組織に対し、国内及び国際啓蒙プログラムを実施する。

主要プロジェクト及びイニシアチブ

NIST のメトリクス MATR (Metrics MATR) は、MT メトリクス・イノベーションを促進するための一連の研究イベントである。メトリクス MATR は、有益な MT 技術の理解向上、及び評価結果解釈手法の改善ニーズに対する認識を受けて発足した。NIST では、MT 評価技術の進歩は、MT 技術全般の進歩に重要であると考えている。

²⁵ Awards

<http://www.fluentialinc.com/?nscontent,Id=awards>

米国陸軍インテリジェンス・センター (USAIC: United States Army Intelligence Center)

所在地	アリゾナ州シエラ・ビスタ (Sierra Vista, Arizona)
組織	米国陸軍インテリジェンス・センター (USIAC: United States Army Intelligence Center) - SEQUOYAH プログラム室 (SEQUOYAH Program Office)
ディレクター	N/A
研究者数	N/A
予算	SEQUOYAH プロジェクト \$1,100 万ドル (2009 年度)
URL	http://www.tradoc.army.mil/

概要

SEQUOYAH 外国語翻訳システム・プログラム室 (SEQUOYAH Foreign Language Translation System Program Office) は、アリゾナ州フォート・フアチュカにある米陸軍インテリジェンス・センター (U.S. Army Intelligence Center) 内に設置されている。本プログラムの任務は、広範に機能する統合ソフトウェア製品ファミリー、及び米陸軍の外国言語翻訳とコミュニケーション要件をサポートするプラットフォームの開発である。

歴史

米陸軍は、世界 80 カ国に 25 万人の兵士を配置しているが、独自の言語訓練センターだけでは、外国語スキルに対するニーズを完全に満たすことができなかった。歴史的に米陸軍は、インテリジェンス・サービスから言語専門家を借り入れるとともに、翻訳者と言語訓練に予算を計上してきた。しかし、従来の方法では、アフガニスタンとイラクにおける言語リソース需要に対応できないという課題があった。これら国々における満たされていない外国語リソースに対するニーズが、SEQUOYAH 外国語翻訳システム開発と、米陸軍インテリジェンス・センターにおけるプログラム室設立に至った理由である。陸軍インテリジェンス・センターでは、外国語訓練と軍事活動管理の大多数が実施されている。

組織及びリーダーシップ

米陸軍インテリジェンス・センターに関する情報は全て、機密扱いか、あるいはセキュリティ上の理由から入手が非常に困難となっている。2008年10月に開催された米自動翻訳協会 (AMTA: Association for Machine Translation in the Americas) 会議では、アリゾナ州フォート・フアチュカのプログラム室に勤務するCecil Mac Pherson 少佐が、SEQUOYAHに関し非常に有益な報告を行っている²⁶。

提携及び関係

現在入手可能な情報はなかった。

主要プロジェクト及びイニチアチブ

SEQUOYAH プログラムは、米陸軍インテリジェンス・センター内に新設されたプログラム室の主要な活動である。SEQUOYAH は複数年の初期段階 R&D プログラムであり、米陸軍職員に対し、S2S、テキストからテキスト変換、及びメディア・モニタリング機能を提供することを目的とする。ソフトウェア・オペレーションについては、以下に示す3モードの開発が期待されている：

- 1 件目は、インターネットからアクセス可能なアプリケーションである。中央計算能力と、すでに確立された米陸軍のコミュニケーション・インフラを活用する。
- 2 件目は、モバイル・アプリケーション・スイートである。ソフトウェア・ダウンロード及びアップデートのためには前述の機能へアクセスするが、それ以外は中央システムやコミュニケーション・ネットワーク・アクセスからは独立して運用される。
- 3 件目は、携帯型アプリケーション・スイートである。兵士が装着、または携行し、作戦実行中に使用する。

²⁶ Meeting Army Foreign Language Requirements with the Aid of Machine Translation
<http://www.mt-archive.info/AMTA-2008-MacPherson.pdf>

3.2 主要大学研究所における取り組み

MT に関する大学における研究のほとんどは、連邦政府機関、特に DARPA と DoD から支援を受けている。Microsoft や Google を含む一部民間企業も、米国の主要大学研究施設で実施される MT 研究に対し、資金提供を開始している。

カーネギー・メロン大学 (Carnegie Mellon University) – 言語技術研究所 (LTI : Language Technologies Institute)

所在地	ペンシルバニア州ピッツバーグ (Pittsburgh, Pennsylvania)
組織	カーネギー・メロン大学 (Carnegie Mellon University) - 言語技術研究所 (LTI : Language Technologies Institute)
ディレクター	Jaime Carbonell
研究者数	29
予算	N/A
URL	http://www.lti.cs.cmu.edu/

概要

カーネギー・メロン大学 (Carnegie Mellon University) コンピュータ科学部内の言語技術研究所 (LTI : Language Technologies Institute) は、数理言語学、自動翻訳、音声認識と合成、統計言語モデリング、情報検索とウェブ検索エンジン、テキスト・マイニング、情報管理、デジタル図書館、インテリジェント個人指導、及びバイオ配列決定に関し、研究と大学院教育を実施する。

歴史

LTI は、1986 年設立の自動翻訳センター (CMT: Center for Machine Translation) と、カーネギー・メロン大学内の関連言語研究活動の統合によって 1996 年に創設された。人言語の翻訳は、1950 年代に同大学で初めて試行されたが、完全自動 MT は現在も継続して研究課題となっている。

組織及びリーダーシップ

Jaime Carbonell 教授が 29 名の研究者及び 18 名のサポート・スタッフから成る LTI チームを率いている。

提携及び関係

LTI は以下に示す MT プロジェクトと直接提携関係にあり、他にも主コントラクターや共同研究を通じ、さらに多くの間接的提携関係を築いている：

- DARPA の TIDES プロジェクト
- DARPA のバビロン (Babylon) プロジェクト
- DARPA の GALE プロジェクト
- DARPA の TRANSTAC プロジェクト
- DYNAMiX テクノロジーズ (DYNAMiX Technologies) との ARGUS プロジェクト
- ロッキード・マーチン (Lockheed-Martin) が主導するタンクス (Tongus) プロジェクトとのディプロマット (Diplomat) プロジェクト
- ミーニングフル・マシーンズ (Meaningful Machines) との高度 MT プロジェクト

主要プロジェクト及びイニシアチブ

MT は LTI で実施される研究の主要トピックの一つであり、幅広い領域の MT 問題とアプローチに同時に取り組んでいる。目指す MT の姿は：①汎用性がある、②高品質、および③完全自動翻訳オペレーション、である。現在の MT ソリューションは、これら 3 つのクライテリアのうち 2 つを満たすが、3 つを全て満たすものはない。例えば、LTI の KANT プロジェクトは、電力管理や重機説明書といった特定技術領域を対象とした完全自動高品質翻訳を開発した。他にも広範に応用可能な MT を実現するソリューションがあるが、いずれも人レベルの翻訳の質達成には至らない。

従って現在の研究は、代替アプリケーションに最も適したアプローチを抽出するシステム開発に焦点が置かれている。また、汎用事例ベース及び統計的 MT システムが主に中国語－英語及びアラビア語－英語翻訳に力を入れる一方、LTI はマルチ・エンジン MT (MEMT: Multi-Engine MT) に注目する。MEMT は、翻訳を要する言語の組み合わせ全てに対し、その時に最良の技術を応用できるようになることが期待されている。

メリーランド大学(University of Maryland) – 数理言語学及び情報処理ラボラトリー (CLIP: Computational Linguistics and Information Processing Laboratory)

所在地	メリーランド州ユニバーシティ・パーク (University Park, Maryland)
組織	メリーランド大学先端コンピュータ研究所 (UMIACS: University of Maryland Institute for Advanced Computer Studies) - 数理言語学及び情報処理ラボラトリー (Computational Linguistics and Information Processing Laboratory)
ディレクター	Bonnie J. Dorr, Co-Director Amy S. Weinberg, Co-Director Louiqa Raschid, Co-Director
研究者数	11
予算	UMIACS ≈ 1,500 万ドル(2001 年度)
URL	http://www.umiacs.umd.edu/research/CLIP/clip.htm

概要

数理言語学及び情報処理ラボラトリー (CLIP: Computational Linguistics and Information Processing Laboratory) は、自動翻訳、要約、拡張可能な言語横断文書検出、及び言語横断情報検索に注力する。

歴史

CLIP は、メリーランド大学先端コンピュータ研究所 (UMIACS: University of Maryland Institute for Advanced Computer Studies) 内に設立された 17 のラボラトリーの一つである。これらのラボラトリーは、メリーランド大学構内における学際的研究と教育を強化する目的で発足した。

組織及びリーダーシップ

ラボラトリーは、コンピュータ科学部(Computer Science Department)の Bonnie J. Dorr 氏、言語学部の Amy S. Weinberg 氏、及びスミス・ビジネス・スクール(Smith School of Business)の Louisa Raschid 氏が共同で主導する。CLIP は、自然言語グループ(Natural Language Group)とデータベース・グループ(Database Group)の2つの主要グループから構成される。自然言語グループは、広範な多言語処理、例えば自動翻訳、拡張可能な言語横断文書検出、及び言語横断情報検索といった複数領域に焦点を置いている。一方データベース・グループは、生体分子データ・ソースからの科学的発見といった、異種情報サーバーを利用する広域コンピューテーションのためのアーキテクチャ研究に取り組む。

提携及び関係

CLIP 研究プロジェクト出資者には以下が含まれる:

- 全米科学財団(National Science Foundation)
- 国防総省(Department of Defense)
- 陸軍研究所(ARMY Research Laboratory)
- 海軍研究事務所(Office of Naval Research)
- ニューメキシコ州立大学(New Mexico State University) - コンピューティング研究所(Computing Research Laboratory)
- カーネギー・メロン大学(Carnegie Mellon University) - 言語技術研究所(Language Technologies Institute)
- 南カリフォルニア大学(University of Southern California) - 情報科学研究所(Information Science Institute)
- MITRE コーポレーション(MITRE Corporation)
- ショア・ホロコースト資料館(Survivors of the Shoah Visual History Foundation)
- IBM

- ジョンズ・ホプキンス大学 (Johns Hopkins University)
- ミシガン大学 (University of Michigan)
- BBN

主要プロジェクト及びイニシアチブ

CLIP で現在実施されているプロジェクトの一部を以下に示す:

- DUSTer - 目標: 依存訓練を必要としない正確な外国語依存ツリー (accurate foreign language dependency trees without dependency training)、出資者: 陸軍研究所、海軍研究事務所、全米科学財団
- 統計的 MT (Statistical MT) - 目標: 統計的 MT のための NLP 技術開発、出資者: 国防総省
- GALE, TIDES - 出資者: DARPA
- ゼネレーション・ヘビー・ハイブリッド自動翻訳 (GHMT: Generation Heavy Hybrid Machine Translation) - 目標: 翻訳相違を処理するための画期的アプローチ、出資者: 国防総省、海軍研究事務所

南カリフォルニア大学 (University of Southern California) – 情報科学研究所 (Information Sciences Institute) 自然言語グループ (Natural Language Group)

所在地	カリフォルニア州マリナ・デル・レイ (Marina del Rey, CA)
組織	南カリフォルニア大学 (University of Southern California) - 情報科学研究所 (Information Sciences Institute) - インテリジェント・システム部 (Intelligent Systems Division) - 自然言語グループ (Natural Language Group)
ディレクター	Eduard Hovy, PhD, Natural Language Group
研究者数	7
予算	1,800 万ドル (インテリジェント・システム部)
URL	http://www.isi.edu/natural-language/

概要

ISI は、大学機関における研究と、実世界における試作品開発間のギャップを橋渡しする R&D の世界的リーダーになることを目指している。ISI の活動は次の 3 種類に分類される: 学究的研究と教育、政府及びビジネス向けソリューション技術、学生に対する専門家による実地訓練。

歴史

1972 年、Keith Uncapher 氏が DARPA から助成金を獲得し、パケット交換ネットワーク研究を続けるために ISI を設立した。Uncapher 氏は、USC 電気工学システム (Electrical Engineering Systems) 責任者である George Bekey 氏に支援を持ちかけ、これを受けて Bekey 氏は ISI 設立に尽力した。ISI の主要な業績として、通信プロトコル改良と、約 25 年前に遡るドット・コム (dot-com) アドレス作成を含め、インターネット発達への多大な貢献が挙げられる。

組織及びリーダーシップ

ISI は、USC アンドリュー及びエマ・ビテルビ工学部 (Andrew and Emma Viterbi School of Engineering) の一部であり、ISI 研究者の多くが USC コンピュータ科学部教員でもある。ISI には 350 名を超えるエンジニア、研究科学者、大学院生、そしてスタッフがいる。自然言語グループは、7 名の専任研究者及び 7 名のサポートスタッフで構成される。

提携及び関係

インテリジェント・システム部は、以下に示す組織から研究資金提供を受けている

- 空軍科学研究事務所 (AFOSR: Air Force Office of Scientific Research)
- 空軍研究所 (AFRL: Air Force Research Laboratory)
- 陸軍研究所 (ARL: Army Research Laboratory)
- 陸軍研究事務所 (ARO : Army Research Office)
- 国防総省国防高等研究事業局 (DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency)
- 国防総省 (DOD: Department of Defense)
- 教育省 (DoED: Department of Education)
- 破壊的技術事務所 (DTO: Disruptive Technologies Office)
- IBM
- 防衛分析研究所 (IDA: Institute for Defense Analysis)
- マイクロソフト・リサーチ (MSR: Microsoft Research)
- 米航空宇宙局 (NASA: National Aeronautics and Space Administration)
- 全米科学財団 (NSF: National Science Foundation)
- 海軍研究事務所 (ONR: Office of Naval Research)
- 米国特殊作戦軍 (SOCOM: U.S. Special Operations Command)

主要プロジェクト及びイニシアチブ

ISI は、自動翻訳分野における継続研究の商業化について、Language Weaver 社と独占的技術ライセンス契約を結んでいる。この提携を通じ、ISI は複数の米軍機関及びインテリジェンス・コミュニティと間接的関係を確立した。MT 研究の主要領域には以下が含まれる：

- 構文ベース翻訳 (Syntax-based translation)
- 木変換 (Tree transducers)
- 特徴的単語整列 (Discriminative word alignment)
- 形態学的モデリング (Morphological modeling)
- 言語モデリング (Language modeling)
- 構文解析 (Parsing)

3.3 主要民間研究所における取り組み

グーグル・リサーチ(Google Research)

所在地	カリフォルニア州マウンテン・ビュー(Mountain View, CA)
組織	N/A
ディレクター	Dr. Franz Josef Och, MT Research Scientist Lead
研究者数	N/A
予算	N/A
URL	http://translate.google.com/

概要

グーグルは、全てのインターネット利用者が全情報に母国語でアクセスできるようにすることを目標に、MT 品質と対応言語範囲の改善に取り組んでいる。インターネット上の情報の約 50%は英語だが、他の少数言語でアクセスできる情報量ははるかに少ない。MT チームは、このようなグローバル市場に狙いを定めている。

歴史

グーグルは、Franz-Josef Och 博士の研究を基に、独自の統計的翻訳ソフトウェアを開発した。Och 博士は 2003 年、DARPA が開催したスピード自動翻訳評価会で優勝している。Och 博士によると、新しい言語ペアに対する有効な統計的 MT システムの開発に必要なとされる強固な基盤は、100 万語以上が格納されたバイリンガル(二言語使用)テキスト・コーパスと、10 億語以上が格納された 2 つのモノリンガル(一言語使用)コーパスから構成されると考えられる。このデータから作成される統計モデルが、これら言語間の翻訳に使用される。グーグルは、国連の 6 つの公用語で示された国連要約文書を利用し、翻訳ソフトウェア開発に必要なオリジナル・データを獲得した。

組織及びリーダーシップ

Franz Josef Och 博士は、グーグルの MT 開発活動に携わる主任研究科学者(Research Scientist Lead)である。Och 博士は、研究科学者として USC 情報科学研究所に 2002 年から 2004 年まで勤めた後、2004 年にグーグルへ入社した。DARPA に認められた Och 博士による画期的 MT 研究は、ISI で実施された。

提携及び関係

グーグルは、NIST MT08をはじめとするMT技術に関する全てのオープン・フォーラムに積極的に参加している。他には、グーグル利用者にユニバーサル翻訳サービスを提供することを目的に、独自研究に投資している。

主要プロジェクトとイニシアチブ

グーグルのMT研究を主導する主任研究科学者、Franz Josef Och博士は、グーグルで進行中のMT技術開発イニシアチブとして、以下を挙げている²⁷。

- ムーアの法則に基づき期待される成果を上回る結果を出すため、アルゴリズムの性能を改善する。
- 対象言語範囲を拡大し、各言語について品質を向上する。
- ユーザー・インターフェース機能を改善し、翻訳に関するユーザー・エクスペリエンスを改善する。
- 人による開発インプットを必要としなくても、グーグル翻訳(Google Translate)が時間とともにより効果的になることをめざし、“教師のいない学習(unsupervised learning)”機能を開発する。

²⁷ Google Technology RoundTable: Human Language Technology
<http://www.youtube.com/watch?v=4g2Julc2drg>

マイクロソフト・リサーチ (Microsoft Research)

所在地	ワシントン州レドモンド (Redmond, Washington)
組織	マイクロソフト・リサーチ・レドモンド (Microsoft Research Redmond) 自然言語処理 (Natural Language Processing) / コンピューティング・グループ (Computing Groups)
ディレクター	Andrea Jessee, Senior Program Manager
研究者数	28
予算	N/A
URL	http://research.microsoft.com/en-us/groups/nlp/

概要

自然言語処理 (NLP: Natural Language Processing) 及び自然言語コンピューティング (NLC: Natural Language Computing) グループの目標は、世界中のマイクロソフト製品とサポート利用者に対し、想像し得る全ての潜在的シナリオにおいて翻訳を提供できるような、自動翻訳システムと技術を開発することである。NLP グループによる研究成果の例の一つが、MS オフィス (MS Office) に搭載された、英語、フランス語、ドイツ語、そしてスペイン語の文法チェック機能である。NLP グループは現在、MT に対する独自のデータ駆動アプローチの研究に取り組んでいる。

歴史

マイクロソフト・リサーチ・レドモンド(Microsoft Research Redmond)は 1991 年に設立され、現在もマイクロソフト研究者の大半が活動する場となっている。マイクロソフト・リサーチ・レドモンドにとって、同じレドモンド・キャンパス内にあり物理的に近くに存在するマイクロソフト製品チームは、つねに貴重な財産だった。今日、レドモンドにいる研究者チームは、英国をはじめ、米国内のニュー・イングランド、カリフォルニア、そして中国とインドに設置された他 5 つの研究センターと密接な協力関係にある。

組織及びリーダーシップ

Rico Malvar 氏は、マイクロソフト・リサーチ・レドモンドのマネージング・ディレクター(Managing Director)である。マイクロソフト・リサーチ・レドモンドの拠点は、マイクロソフト・キャンパスの 99 番建物となっている。Malvar 氏の指揮の下、マイクロソフト・リサーチ・レドモンドは世界にあるマイクロソフト研究所、及び多くの大学研究機関との協力関係を維持している。Andrea Jessee 氏は、マイクロソフト・トランスレーター(Microsoft Translator)チームのシニア・プログラム・マネージャー(Senior Program Manager)である。

提携及び関係

マイクロソフト・リサーチは、以下に示す組織との共同研究に資金を拠出している。いずれの組織も、優れた MT 研究プログラムを有す。:

- カーネギー・メロン大学、コンピューテーショナル・シンキングのためのマイクロソフト-カーネギー・メロン・センター(Microsoft-Carnegie Mellon Center for Computational Thinking)
- メリーランド大学マイクロソフト・相互作用設計及び視覚化センター(Microsoft Center for Interaction Design and Visualization at the University of Maryland)

主要プロジェクト及びイニシアチブ

マイクロソフト・リサーチ翻訳チームの目標を以下に示す:

- 全てのマイクロソフト・トランスレーション(Microsoft Translation)サービスをマイクロソフト・トランスレーション技術でサポートするという、2008 年 9 月のマイルストーンをさらに積み重ねる。

- マイクロソフト・トランスレーションの対象言語数を拡張し、質を改善する。
- マイクロソフト・トランスレーション・サービスへのアクセス方法を拡大する。最近の例として、利用者による翻訳プロセス修正を可能にするバイリンガル・ビューワー (Bilingual Viewer) 機能が挙げられる。他にも、インターネット・エクスプローラ (Internet Explore) へのマイクロソフト・トランスレーション統合、ウィンドウズ・ライフ・トランスレーション・ツール・バー (Windows Life Translation Tool Bar)、そして多言語メッセージングを可能にする T ボット (Tbot) がある。

4 まとめ

米国政府、大学機関、及び民間企業は、広範な MT 技術の基礎、応用、そして製品開発研究のための優れたインフラを創り上げてきた。米軍による研究投資は、MT 技術の現在の限界を踏まえた上で、いくつかの有益な MT 及びハイブリッド MT/ヒューマン翻訳アプリケーションを生み出している。

米軍及びインテリジェンス・コミュニティは、MT 技術の発展に伴い機能改良をシームレスに統合できるような、汎用 MT インフラ構築の実現に対しても大きな前進を遂げている。9/11 以降の米軍による MT 投資注力分野の変化を分析すると、MT 技術の現状及び将来像に関する有益な洞察が浮かび上がってくる。

MT 技術に関する学術研究は、DARPA をはじめとする連邦政府からの投資を背景に、過去 10 年で大きく活性化した。本報告は、3 つの主要大学研究機関に触れるにとどまったが、他にも有益な MT そして S2S 関連研究は、全米の数十という大学のコンピュータ科学部において、著名な外国研究機関と協力して実施されている。

そのように広範に渡る学術研究アジェンダを活性化させた要因の一つは、米軍が想定する以外のアプリケーションにおいて、MT と S2S 技術の可能性が一般的に認められてきたことである。身体障害者支援、及びスマート・ヒューマン・マシン・インターフェースは、連邦政府の MT 技術助成が今後もその進歩を支えていくであろう、副次的商用アプリケーションのほんの一例である。

民間セクターでは、マイクロソフトとグーグルの両社が、豊富な予算を持つプログラムを発足させている。各社は、現在のそれぞれの市場における強みを活かし、完全に独立した MT 技術基盤を開発する計画である。グーグルにとってそれは、同社 MT プログラムの目標として明記されているように、ユニバーサル・インターネット情報検索の実現を目指し、ユニバーサル翻訳に注力するということである。ユニバーサル翻訳機能の導入は、インターネット検索市場参入を模索する全ての競合相手の前に、巨大な参入障壁を作るということでもある。

マイクロソフトにとって、個人用コンピュータ、及び法人アプリケーション・ソフトウェアの全製品ラインへユニバーサル翻訳を統合するということは、競合他社に対し、等しく克服困難な参入障壁を築くことであり、同様に、それがマイクロソフト製品であるかどうかにかかわらず、考えられる最高の MT 技術を利用する汎用インフラの開発が期待される。マイクロソフトの現在の MT 技術開発努力には目をみはるものがあるが、一方でその戦略は、最終的な MT ソリューションの少なくともクリティカルな部分は、マイクロソフト・リサーチ・ラボラトリー内では開発されない、おそらくは開発できないという、潜在的結果とは矛盾しないように思われる。

4.1 言語翻訳における主要な開発

米陸軍のSEQUOYAH外国語翻訳プログラム室が 2008 年 10 月に発表した MT 開発計画は、7 年に及ぶ MT 技術研究とアプリケーション開発の経験を土台に作成された²⁸。その結果、計画には、MT 技術の現在そして期待される機能と、DARPA やその他米軍関連機関がイラクとアフガニスタンで実施した、MT 製品プラットフォーム導入試験から得た実際的知識が反映されている。

第一の発見は、翻訳者の代わりとして S2S 技術を広範に展開するのは時期尚早だとした一般的結論に、米軍が同意したことである。2013 年を期限とする 46 億ドル規模のイラクにおける翻訳者サービス契約の提携には、向こう 5 年間は MT 及び S2S が広く翻訳者に置き換わることはないという、米陸軍の見通しが明らかに反映されている。また、本契約の規模の大きさは、部分的にしか機能しない MT 技術であっても、導入されれば莫大な経費削減を期待できることを示唆している。

²⁸Meeting Army Foreign Language Requirements with the Aid of Machine Translation
<http://www.mt-archive.info/AMTA-2008-MacPherson.pdf>

SEQUOYAH プログラム室は、最終的に MT 技術の広範な展開を予期させる、以下に示すようなステップを踏んでいる：

- S2S 技術は今や、互換性達成を目標として、翻訳者の翻訳能力を評価する場合に標準的に採用される政府の外国語翻訳能力評価基準 (ILR: Interagency Language Roundtable) を用いてその性能を測定することができる。
- 米陸軍のアプリケーションは主に、インターネット接続型、インターネット・ダウンロード型、そして独立携行モードでも利用が可能な S2S、テキスト MT、そして外国メディア・モニタリングと定義できる。
- 最低対象言語数要件は、スピーチの場合は 10、テキストの場合も 10 だが、フェーズ II では目標としてスピーチの場合に 4 言語、テキストの場合に 40 言語が追加される。

SEQUOYAH プログラム室の予算と開発計画によって、実用的 MT システム要件の定義は大きく前進した。MT システムを人間の翻訳者と同じ品質標準に維持するということは、MT の結果の質改善にともない、人間から MT システムへのスムーズな移行が可能になるということである。陸軍が MT アプリケーションの定義と必要言語を具体的に示したことも、軍事請負業者にとっては、現実世界の MT アプリケーションに照準を定めるという目標を念頭に置いた上で、MT システム性能のベンチマーク評価を可能にする進歩であったといえる。

4.2 言語翻訳助成における傾向

MT 研究に対する連邦政府の投資継続は、米陸軍 SEQUOYAH プログラムが定める目標の向こう5~10年内達成に、大きく現実味を増す成果を上げている。戦場の騒音対策といった応用上の課題が新たに見つかり、対応言語を拡大する必要性も指摘されているが、それらは MT 技術の進歩を鈍化させても中止はしてはいない。過去5年の経験と連邦政府による MT 投資に対する力強い意思表示は、一言語しか話さない兵士がいつの日か、パーソナル・コミュニケーションのメモリーチップを変えるだけで、どの国にいてもその国の母国語を話す人たちと基本的な双方向コミュニケーションができるようになるという結論を、裏付けるものである。

MT と S2S 研究への多大な投資は、関連技術の民間経済導入も大きく前進させた。例えば、戦場で音声認識に使われるのと同じアルゴリズムは、騒々しい社会的環境下での携帯電話利用に役立っている。連邦政府の MT 助成によって実現した技術的功績がなければ、Microsoft や Google が最終的に自社中核製品のためにユニバーサル翻訳サービスを提供するようになると予想することは、困難であったと考えられる。

連邦政府の MT 及び S2S 研究支援に起因する、あまり知られていないが潜在的に大きな影響は、3つの主要技術分野における広範な技術基盤の創造である。例えば、南カリフォルニア大学情報科学研究所が所有する人工知能における強みと、米陸軍が注目するモバイル MT アプリケーションの組み合わせは、多くの予期せぬ興味深い結果を生む可能性がある。

あるいは、カーネギー・メロン大学言語技術研究所における DARPA 助成研究の成果と、イルカとコミュニケーションを取るための研究の一体化は、思いもかけず有益な技術開発を目指す、新たな面白い機会となる。ユニバーサルなインターネット検索や戦場翻訳が当たり前のアプリケーションになった後も、永続的な影響をもたらす可能性があるのは、連邦政府 MT 研究投資による広範なインフラの恩恵であると考えられる。

