

الترجمة الآلية

الأستاذ الدكتور عبدالمجيد نصير

أستاذ الشرف - جامعة العلوم والتكنولوجيا الأردنية

مجمع اللغة العربية الأردني

الثلاثاء ٤ ربيع الآخر ١٤٤٠ هـ - الموافق ١١ كانون الأول ٢٠١٨ م

المُلخَص

ناقشنا في هذه المقالة الترجمة الآلية تاريخاً وموضوعاً وأنواعاً، مع مقارنات وتوضيحات. وشرحنا أهمية هذه الترجمة في عصر انفجار المعلومات، والحاجة الماسة إلى التواصل السريع بين الدول والشعوب والثقافات، وبخاصة مع كثرة اللغات البشرية، واعتماد ست منها، اللغة العربية إحداها، في الأمم المتحدة لغات رسمية.

وقد دلنا تاريخ الترجمة الآلية على التطور السريع في طرق الترجمة، وعلاقة ذلك بالذكاء الاصطناعي وعلم اللغويات. ومع أن الترجمات الآلية لا تزال في حاجة إلى التطور والتقدم، فإن ذلك يشكل حافزاً وتحدياً. وبما أن المستوى المطلوب هو ترجمة آلية على مستوى الترجمة البشرية، فإن ميدان السبق مفتوح. والدول المتقدمة سخية بالإنفاق، وكذلك الشركات الكبرى. وننوه هنا بما قامت به شركتا جوجل ومايكروسوفت.

وعرجنا في هذه المقالة على الترجمة من العربية وإليها. ووجدنا أن البحوث والطرق في هذا الميدان كثيرة؛ وبخاصة أن بنية اللغة العربية تختلف اختلافات كثيرة في بنيتها عن اللغات الأوروبية. لكن المساهمات الرسمية في هذا الميدان قليلة، وكذلك التمويل الرسمي ضعيف، على عكس ما في الدول المتقدمة. ولا نعرف معهداً أو مؤسسة رسمية تابعة لدولة أو جامعة رسمية. وتبقى البحوث الجامعية فردية مبعثرة دون خيط ينظمها.

المقدمة:

الترجمة، بشكل عام، هي نقل نص من لغة (تسمى لغة المصدر) إلى لغة أخرى (تسمى لغة الهدف). وهي بذلك قديمة قدم وجود لغتين مختلفتين، وحاجة المتكلمين فيهما إلى التواصل اللفظي. أما المعالجة الآلية للغة فهي علم يهتم بمعالجة اللغة بواسطة الحاسوب، بطرق علمية سداها خوارزميات. ولذلك، فهي تزوج بين علمي اللغة والحوسبة. وينتمي هذا العلم إلى مجموعة العلوم الإدراكية، بتداخله مع الذكاء الاصطناعي. كما أن الترجمة الآلية هي فرع من فروع المعالجة الآلية للغة، تهتم بترجمة لغة إلى لغة أخرى، باستعمال الحاسوب.

ويتم ذلك بالانتقال من شكل لغة المصدر إلى شكل لغة الهدف، عبر البنية الدلالية. وتحتاج الترجمة البنيوية في أبنياتها وتركيباتها ودلالاتها المعجمية إلى شكل لغة الهدف، بخصوصياتها البنيوية في أبنياتها وتركيباتها ودلالاتها المعجمية التي قد تقترب أو تبتعد من لغة المصدر. والحاجة إلى الترجمة تتضاعف يوماً بعد يوم، بسبب كثرة اللغات، وما يعبر فيها، وسهولة التواصل العالمي بين الدول والأقوام والمجتمعات المختلفة. إضافة إلى ما هو موجود أو ما قد يوجد من مؤسسات عالمية أو إقليمية، أو حتى في البلد الواحد الذي فيه تسود أكثر من لغة^(١).

ويمكن أن ندرك ذاك أكثر إذا علمنا:

* عدد اللغات المستعملة في العالم يتجاوز ٦٥٠٠. على أن منها زهاء ٣٠٠٠ لغة
عدد الناطقين بها أقل من ١٠٠٠٠٠ شخص.

* عدد اللغات المهددة بالانقراض ينوف على ٢٥٠٠ لغة، انقرض منها أكثر من ٢٠٠ لغة في غضون الأجيال الثلاثة الأخيرة.

* ٧٥% من سكان المعمورة يستعملون ٥ لغات، و ٢٠% يستعملون ٤٠٠ لغة، و ٥% يستعملون ٦٠٠٠ لغة^(٢).

ويظهر الجدول التالي أهم اللغات وترتيبها:

الترتيب	اللغة	عدد المستعملين
١	الصينية- جميع اللهجات	١٠٣٦
٢	الإنجليزية	٦١٨
٣	الهندي/ الأوردو	٤٨٧
٤	العربية	٤٢٢
٥	الإسبانية	٣٧٦
٦	الروسية	٢٧٨
٧	الإندونيسية	٢٣٤
٨	الفرنسية	٢١٣
٩	البنغالية	٢٠٧
١٠	البرتغالية	٢٠٣
١١	اليابانية	١٢٧
١٢	الألمانية	٩١

وبالنسبة إلى عدد المستخدمين للغات على الشابكة، فإنه ما يأتي (٢٠١٦):

اللغة	عدد المستعملين	النسبة العالمية
الإنجليزية	٩٤٨,٦	%٢٦,٣
الصينية	٧٥١,٩	%٢٠,٨
الإسبانية	٢٧٧,١	%٧,٧
العربية	١٦٨,٤	%٤,٧

وبالنسبة لعدد المقالات المنشورة في موسوعة ويكيبيديا فإن العربية لا توجد في قائمة العشرين الأوائل^(٣). وبالنسبة إلى نشاط الترجمة العالمية، فإن العربية ليست من أعلاها. إذ تستأثر الإنجليزية بنسبة ٤٩%، وبعدها الفرنسية بنسبة ١١%، ثم الألمانية والروسية بنسبة ٩% لكل منهما. والباقي ٢٢% لكل اللغات الأخرى.

ويبين الجدول التالي عدد المداخل في ستة معاجم عربية أحادية اللغة، من المعاجم متوسطة الحجم وكبيرة الحجم؛ إضافة إلى معجمين إنجليزيين شهيرين، ومعجمين ثنائيي اللغة:

المعجم	عدد المداخل بالألوف
المعجم العربي الأساسي	٢٥
المعجم الوسيط	٣٠
معجم اللغة العربية المعاصرة	٣٢
معجم الصحاح	٤٠
القاموس المحيط	٦٠

٨٠	لسان العرب
٥٠	Oxford
٥٥	Longman
٢٠٠	المغني الأكبر
(٤)٢٥٠	المورد الأكبر

أما بالنسبة إلى عدد المفردات في عدد من اللغات فهو:

العربية ١٢,٣٠٢,٩١٢ ؛ الإنجليزية ٦٠٠,٠٠٠ ؛ الفرنسية ١٥٠,٠٠٠ ؛ الروسية ١٣٠,٠٠٠ .

ونذكر ثلاثة أنواع من الترجمة: **الترجمة الحرفية**، وفيها يعتمد المترجم إلى نقل الكلمات من لغة المصدر إلى لغة الهدف، كلمة كلمة، دون الاهتمام إلى الاختلاف الدلالي بين اللغتين. و**الترجمة المعنوية**، وفيها يعتمد المترجم إلى فهم نص المصدر، ثم ينقله إلى لغة الهدف بالمعنى الذي فهمه. ونجد مثل ذلك في ترجمة القرآن الكريم. فإن مترجميه يدعون أنهم يترجمون معاني الآيات كما فهموها. ولهذا نجد اختلافات في ترجمة النص، كبيرة أو صغيرة اعتماداً على ما فهمه المترجم. والنوع الثالث هو **الترجمة الاتصالية**، وفيها يتعرف المترجم إلى هدف المؤلف، فيعبر عنه بأسلوب مماثل في لغة الهدف^(٥).

وبالنسبة إلى القائم على الترجمة، فالترجمة ثلاثة أنواع: **ترجمة بشرية**، وهي التي يقوم بها شخص أو أكثر. و**ترجمة آلية**، باستخدام الحاسوب، عن طريق برامج

حاسوبية خاصة، أو أجهزة معدة لذلك، أو طرق هجينة فيها برامج حاسوبية وتدخل بشري مهم.

وتحتاج الترجمة الآلية أحياناً إلى تحرير سابق، وفيه يقوم المترجم البشري على إعداد النص من مفردات وتراكيب محددة تمهيداً للترجمة الحاسوبية، وبخاصة عندما لا يستطيع برنامج الترجمة أن يميز بين أنواع الكلمات. وقد يحتاج إلى تحرير لاحق، إذ يقرأ المترجم البشري النص المترجم من الحاسوب، ويحرره من الأخطاء إن وجدت في المفردات أو التراكيب أو البنية. ويوجد تحرير تفاعلي، ويعني ذلك أن يجلس المترجم إلى الحاسوب، ويتبادل معه الخيارات ليصل إلى أفضل صيغة مترجمة. ومن ناحية اختصار الجهد والوقت، فإن التحرير اللاحق هو الأنسب^(٦).

ولا شك في أن فوائد الترجمة الآلية واضحة، وأهمها توفير الجهد والمال؛ فقدرة المترجم البشري على العمل المتواصل محدودة، لا تقارن بقدرة الحاسوب الذي لا يعرف الكلل أو الملل. كما أن تكلفة الترجمة الآلية صغيرة جداً مقارنة بتكلفة الترجمة البشرية. إضافة إلى أن المترجم الآلي حيادي، لا يعرف المحسوبة أو الانحياز مع الهوى. ومن البين أننا في عصر الانفجار المعرفي، والحاجة الماسة للترجمة بين اللغات، لا نستطيع أن نستغني عن الترجمة الآلية.

كما يمكن تقسيم الترجمة الآلية من حيث الأهداف إلى:

١- الترجمة الآلية للراصد: وفيها يكتفي القارئ بالوصول إلى معلومات مكتوبة بلغة أجنبية، وبمراجعة بسيطة يحصل على ترجمة متواضعة أو سطحية مباشرة.

٢- الترجمة الآلية للمنقح: وتهدف إلى إنتاج ترجمة آلية، يقوم فيها المترجم المحترف بمراجعة النص وتنقيحه. وهذه الترجمة تعتمد إحدى طرق التحرير المذكورة آنفاً.

٣- الترجمة الآلية للمترجم: وهذه تتطلع إلى مساعدة المترجم لتزويده بالقواميس والموسوعات وذاكرة الترجمة للعبارات الاصطلاحية. وهنا لا يقوم البرنامج بالترجمة الفعلية، بل بمساعدة المترجم إلى الوصول إلى ترجمة جيدة.

٤- الترجمة الآلية للمؤلف: وتمكن هذه المؤلف أحادي اللغة الحصول على نصوص مترجمة من لغة أخرى، بمستوى مرضٍ دون مراجعة. ويتم فيها محاورة المؤلف بلغته الأم لمعرفة قصده من عبارة أو تركيب ما، إلى أن يظهر النص في اللغة الأخرى.

حول أهداف الترجمة وصعوباتها

لا تهدف أكثر الترجمات الآلية في العالم إلى ترجمة نصوص أدبية راقية أو ذات مستوى ثقافي رفيع. إذ إن أكثر ترجمات المحترفين مسخرة لتلبية الطلب الشديد المتنامي لنصوص علمية، ووثائق تقنية، وتعاملات تجارية، وكتب تعليمات، وكتب تدريسية ذات محتوى زراعي أو طبي، وبراءات اختراع صناعية، ومطويات عامة، وتقارير إعلامية، وما إلى ذلك. والترجمة في عدد من هذه الميادين فيها كثير من التحدي. على أن كثيراً من الترجمات فيها تكرار وتعب، وإن ظل المطلوب ترجمة دقيقة متسقة. ويزداد الطلب على هذه الميادين بما يتجاوز قدرات الترجمة المحترفة. ولهذا لا بد من الاستعانة بالحواسيب. وتقاس فائدة أي ترجمة آلية بجودة المخرج فيها. وهذا مفهوم فيه غموض ويصعب تحديده بدقة؛ إذ إن ذلك يعتمد على الظروف

والمقصود بالترجمة. وتبقى معايير الصدق والدقة والمفهومية والأسلوب المناسب معايير غير موضوعية بشكل عام. وما يهم بالنسبة إلى الترجمة الآلية هو كم نحتاج إلى تعديلات على النص المترجم آلياً ليكون مقبولاً لدى القارئ البشري. وهذا يفرض على الباحثين والمطورين لبرامج الترجمة الآلية أن يطمحوا للوصول إلى ترجمات مفيدة في ظرف معين. ويبقى المعيار البشري هو المعيار الأعلى لقياس دقة أي ترجمة آلية.

إن الترجمة الآلية جزء من ميدان أوسع في البحث المحض المختص بمعالجة حوسبية للغات الطبيعية، وهو "اللغويات الحاسوبية والذكاء الاصطناعي"؛ الذي يهتم باكتشاف الآليات الأساسية للغة والتفكير، باستعمال النمذجة والمحاكاة في البرامج الحاسوبية. وتقترب الترجمة الآلية كثيراً من هذه الجهود، باختيار وتطبيق للمناحي النظرية والتقنيات العملية لمرحلة الترجمة؛ مما يوفر نظرات عميقة وحلولاً لمشكلات معينة. إضافة إلى أن الترجمة الآلية قد توفر فرصة اختبار على مدى واسع لكثير من النظريات والتقنيات المطورة من تجارب ذات مدى ضيق في اللغويات الحاسوبية والذكاء الاصطناعي.

على أن أهم الصعوبات والمعوقات في الترجمة الآلية لم تكن حاسوبية بل لغوية. وهي صعوبات تتعلق بالغموض المعجمي، والتعقيدات النحوية، واختلاف الألفاظ بين اللغات، والتعبير المقعرة أو غير المعتادة، أو استخلاص "معاني" عبارات ونصوص ناتجة من تحليل إشارات، وأو وضعها في شكل رمزي من لغة الهدف. ولذلك، تعتمد الترجمة الآلية كثيراً، على التقدم في البحوث اللغوية، وبخاصة تلك التي تظهر

درجات عالية من التعامل الرسمي (formalization)، وتبقى كذلك. لكن الترجمة الآلية لا يمكنها تطبيق النظريات اللغوية مباشرة، لأن هذه مهمة بتفسير الآليات الأساسية لإنتاج اللغة والاستيعاب. وتركز على الملامح الحاسمة، ولا تحاول تفسير كل شيء. بينما، في المقابل، تتعامل مع نصوص واقعية. وبهذا، تواجه مدى واسعاً من الظاهر اللغوية، وتعقيدات المصطلح، وأخطاء التهجئة الخاطئة، والمستحدثات (neologisms)، ومناحي من الإنجاز، التي قد لا تكون في صميم الاهتمامات اللغويات النظرية المجردة.

وهذا يعني أن الترجمة الآلية ليست حقلاً مستقلاً في البحث المحض. فهي تستمد من اللغويات وعلم الحاسوب والذكاء الاصطناعي ونظريات الترجمة كل ما يمكن الاستفادة منه من طرق وتقنيات لتطوير أنظمتها وتحسينها. فهي، حقيقة، بحث تطبيقي، لكنها بنت هيكلًا مهمًا من تقنيات ومفاهيم يمكن تطبيقها في ميادين أخرى تتعلق بعمليات لغة الحاسوب^(٨).

تعريفات

نقدم تعريفات لمصطلحات تتعلق بالترجمة الآلية وما يتعلق بها.

الترجمة الآلية (Machine Translation): كما ذكرنا تعني الأنظمة

الحاسوبية التي تنتج ترجمات من لغة إلى أخرى، بعون بشري، أو بدونه. ولا يعني هذا أدوات الترجمة التي أساسها حاسوبي، الداعمة للمترجمين مثل المعاجم، وقواعد البيانات المتعلقة بالمصطلحات، ميسرا نقل نصوص قابلة للقراءة آلياً وقبولها، أو تتفاعل مع معالجة الكلمات، أو تحرير النصوص، أو عدة الطباعة. على أنها تشمل

الأنظمة التي بها يساعد المترجمون أو المتعاملون الحاسوب للقيام بالترجمات، بما فيه إعداد النصوص، والتفاعل المباشر (online) والمراجعات التالية للمخرجات. ولا تتضح الحدود بين "الترجمة الآلية المعانة بشرياً (MAHT)" و"الترجمة البشرية المعانة حاسوبياً (HAMT)". كذلك، فإن المصطلح "الترجمة المعانة حاسوبياً (CAT)" يمكن أن يشمل كليهما. لكن لب الترجمة الآلية هو الأتمتة التامة لعمليات الترجمة.

وبما أنه، في أغلب الأحيان تكون الترجمة المثلى هي المطلوبة، فإنه لا بد من التحرير اللاحق. وحتى الترجمة البشرية، قد تحتاج إلى تحرير لاحق. على أن أخطاء الترجمة الآلية تختلف عن أخطاء الترجمة البشرية. وقد نرضى بالترجمة الآلية باعتبار أنها ترجمة خام يقصد بها المختصون في موضوع النص المترجم. كما أن بالإمكان تحسين الترجمة الآلية عن طريق تحسين طرقها، وكذلك بفرض بعض القيود على المدخلات. وقد يصمم نظام الترجمة ليتعامل مع "لغة جزئية" (Sublanguage)، معنية بالمفردات والقواعد، لميدان ما (مثل موضوع كيميائي أو براءة اختراع). ويمكن أن تترجم بعض النصوص إلى لغة مضبوطة (Controlled Language)، وهي التي تزيل ما في النص من غموض، وتبتعد عن تعقيدات التراكيب. وهذا يتبع ما سميناه التحرير السابق. كما يمكن للنظام أن يطبق حالة التفاعل بين الإنسان والآلة.

ويمكن تصميم أنظمة الترجمة لتتعامل مع لغتين أو أكثر، وتسمى ثنائية اللغة (Bilingual)، أو أكثر من ذلك، وتسمى متعددة اللغات (Multilingual)؛ وقد يكون ذلك أحادي - الاتجاه (Uni-directional)، أو ثنائية الاتجاه (Bi-directional)، حيث تكون فيه الترجمة في كلا الاتجاهين. كما أنه يمكن تصنيف نظم الترجمة في

ثلاثة: الترجمة المباشرة (Direct Translation)، وهو الأقدم تاريخياً؛ وتكون الترجمة فيه من لغة إلى أخرى دون أي وسائط، أي من لغة المصدر إلى لغة الهدف. ويجري تحليل بسيط لنصوص لغة المصدر. والنوع الثاني ما يسمى اللغة الوسيطة (Interlingua)، وهنا يتم ترجمة المعاني. وتكون الترجمة على مرحلتين: من لغة المصدر إلى اللغة الوسيطة، ثم من اللغة الوسيطة إلى لغة الهدف. وتكون برامج التحليل مستقلة عن برامج التوليد، ولكن بينهما ارتباط في حال تعدد اللغات. والنوع الثالث ذو أسلوب تحويلي (Transfer)؛ وتتم فيه الترجمة على ثلاث مراحل: في الأولى، يصير تحويل النصوص إلى صيغ متوسطة، تكون خالية من الغموض في لغة المصدر. وفي المرحلة الثانية، تحول الصيغ المتوسطة إلى صيغ تمثيلية في لغة الهدف. وفي المرحلة الثالثة، يجري تحويل هذه الصيغ المتوسطة إلى نصوص في لغة الهدف. وتكون برامج التحليل والتوليد خاصة بهاتين اللغتين. وتعالج اختلافات المفردات والتراكيب في المرحلة المتوسطة.

وفي مراحل التحليل والتوليد، تظهر أكثر أنظمة الترجمة الآلية، أساليب منفصلة للتعامل مع المستويات المختلفة للوصف اللغوي: الشكلي (morphological) والنحوي (syntactic) والدلالي (semantics). ويمكن تقسيم كل من الجزء التحليلي والتوليدي إلى هذه المستويات الثلاث^(٩).

موجز تاريخ الترجمة الآلية

يرجع بعض الباحثين تاريخ الترجمة الآلية إلى القرن السابع عشر، عندما فكر ديكارت ولايبنتز بعمل معاجم تعتمد كودات رقمية. وقد نشر كيف بك (Cave Beck) وأثناسيوس كيرشر thanasius Kircher ويوهان بكر Johann (Becher) أمثلة في منتصف ذلك القرن. وكان المبتغى لغة عالمية مؤسسة على قواعد منطقية ورموز أيقونية، خالية من الغموض، يتواصل بها البشر جميعاً. وقد طور بكر، وهو كيميائي، سنة ١٦٦١ منظومة يمكن أن تعد الخطوة الأولى في الترجمة الآلية، سماها "الأشكال لكتابة لغة عامية"، وفيها قدم "اختراع لغوي سري غير معروف الذي يعين كل واحد ليشرح ويفهم لغات مختلفة، بل وكل اللغات، بعد يوم واحد من التوجيه بالقراءة في لغاتهم الخاصة". وهو توجه مبني على معاجم يرتبط بعضها ببعض بكودات عديدة. كما أن جون ولكنز (John Wilkins) نشر سنة ١٦٦٨ فكرته بمقال عنوانه "مقالة نحو لغة ذات شكل حقيقي فلسفي". وقد اقترحت لغة (اسبرنتو) فيما بعد لتكون لغة عالمية، ولم يكتب لها النجاح.

وقد سجلت سنة ١٩٣٣ براءتا اختراع بشكل مستقل: واحدة في فرنسا وضعها جورج أرتسروني (George Artrsrrouni) الذي صمم جهاز خزن من شريط ورقي، ويمكن استعماله لإيجاد الكلمة المقابلة لكلمة ما في لغة أخرى. وقد صُنِعَ نموذج له سنة ١٩٣٧. والبراءة الثانية هي للروسي بطرس سكيرنوف-ترويانسكي (Peter Smirnov-Troyanskii) الذي تصور ثلاث مراحل للترجمة الآلية: الأولى، وهي الأهم، فيها يقوم محرر لا يعرف إلا لغة المصدر بالتحليل المنطقي للكلمات إلى

صيغها الأساسية، ووظائفها النحوية. وفي المرحلة الثانية، تقوم الآلة بتحويل هذه الصيغ والوظائف إلى ما يعادلها من صيغ ووظائف في لغة الهدف. وفي المرحلة الثالثة، يقوم محرر لا يعرف إلا لغة الهدف، بتحويل هذه الصيغ والوظائف الأخيرة إلى صيغ مقبولة في لغة الهدف. ومن الواضح، أن ترويانسكي كان سابقاً لزمانه. إذ إنه بعد ذلك بسنوات قلال، ظهرت إمكانية استعمال الحواسيب للترجمة على يد وارن ويفر (Warren Weaver) من مؤسسة روكفلر وأندرو بوذ (Andrew Booth)، وهو بريطاني مختص بالبلورات. كما تعتبر الرسائل المتبادلة بينهما تاريخ ولادة الترجمة الآلية. وقد كتب ويفر لبوذ (١٩٥٥):

"[...] إنه من المغري جداً أن كتاباً كُتِبَ باللغة الصينية هو، ببساطة، مكتوب بالإنجليزية مرمزاً بكود صيني. وإذا كنا نمتلك حلول كل المسائل المشفرة تقريباً، أليس أنه بالتأويل المناسب يمكن إيجاد طرق مفيدة للترجمة".

وفي لندن، تعاون بوذ مع ريشارد ريشنز (Richard Richens) (من جامعة كامبردج) الذي استعمل البطاقات المثقبة لإنتاج ترجمة كلمة بكلمة في الملخصات العلمية. كما كانت مذكرة من ويفر في تموز ١٩٤٩ التي أشهرت فكرة الترجمة الآلية للعامة، واقترحت طرقاً استعملت في الحرب العالمية الثانية مثل فك التعميات والتحليل الإحصائي، ونظرية شانون للمعلومات، واستكشاف المنطق والملاح العالمية للغة. كما يعتبر فك رموز الشيفرة الألمانية "إنيجما" (ENIGMA)، من قبل آلان تورنج (Alan Turing) وفريقه باستعمال وسائل إحصائية، استخدمت فيها الآلات الحاسبة، التمهيد الأول في القرن العشرين لأسس الترجمة الآلية. وفي غضون سنوات، بدأت

البحوث في الترجمة الآلية تجرى في عدة مراكز في الولايات المتحدة الأمريكية. وأول من عين باحثاً في هذا الموضوع كان يهوشوا بار-هليل Yehoshua Bar-Hillel، في معهد ماساتشوتس التكنولوجي (م م ت) سنة ١٩٥١. وبعد سنة، عقد هذا الباحث أول مؤتمر للترجمة الآلية؛ وفيه وُضحت الخطوط العامة للبحث المستقبلي. ووضعت اقتراحات للتعامل مع النحو، وأن تكتب النصوص بلغات مضبوطة، مع نقاشات حول تركيب نظم للغات جزئية، والحاجة إلى تدخل بشري (تحرير سابق ولاحق)، من أجل الوصول إلى ترجمة آلية تامة. وأثار البعض مشكلة الجدوى التقنية. وبعدها، قام ليون دوستيرت (Leon Dostert) من جامعة جورجتاون بالتشارك مع شركة آي بي أم (IBM) بالانخراط في مشروع، أنتج أول عرض عام للترجمة الآلية في كانون الثاني سنة ١٩٥٤. وفيه تمت الترجمة لكلمات مختارة من الروسية إلى الإنجليزية، باستخدام قاعدة من ٢٥٠ كلمة وست قواعد نحوية. ومع أن قيمة ذلك علمياً كانت غير مهمة، إلا أنه ولد اهتماماً بالموضوع أدى إلى تمويل وافر للبحوث في الولايات المتحدة، وأن يلهم آخرين لبيدأوا البحوث في الترجمة الآلية، وبخاصة في الاتحاد السوفيتي.

وعلى مدى العقد التالي نشطت مجموعات عديدة: بعضها عمل بطريقة التجربة والخطأ؛ وآخرون اتبعوا نهج البحوث النظرية، بما فيها الأساسيات اللغوية، من أجل الوصول إلى حلول بعيدة المدى. وانخرطت في هذا المجال مؤسسات مختلفة في الولايات المتحدة الأمريكية وكندا والاتحاد السوفيتي وبريطانيا وفرنسا وإيطاليا. وكان أكبرها مجموعة جامعة جورجتاون، التي يعد اليوم نظامها للترجمة بين الإنجليزية والروسية النموذج الأفضل للجيل الأول في بحوث الترجمة الآلية. وكان لكثير من هذه البحوث أثرها الدائم في الترجمة الآلية، بل وفي اللغويات الحاسوبية والذكاء

الاصطناعي، ما أدى إلى معاجم إلكترونية، وإلى تحليلات صرفية، وإلى إسهامات مهمة في النظرية اللغوية. ومع أن التفاؤل كان عالياً، إلا أن ما نتج من أنظمة قادرة على إنتاج ترجمات جيدة لم يتحقق. ومع الوقت قويت التعقيدات اللغوية؛ وهو ما أدى بالباحث بار- هيل إلى مراجعة سنة ١٩٦٠، انتقد فيها الفرضيات القائمة من حيث إن هدف الترجمة الآلية هو خلق أنظمة ترجمة أوتوماتية ذات مستوى عال، تؤدي إلى نصوص لا تختلف عن تلك التي يقوم بها العنصر البشري. وناقش أنه لا يمكن تخطي "الحواجز الدلالية" إلا بإدخال مقادير ضخمة من المعرفة الموسوعية من العالم الحقيقي. ولذلك، أوصى أن يكون طموح الترجمة الآلية الوصول إلى أنظمة تجعل التفاعل البشري مع الآلة ذا جدوى اقتصادية.

ثم ألقت جهات الحكومة الأمريكية الداعمة للترجمة البشرية سنة ١٩٦٤ "اللجنة الاستشارية للمعالجة الأوتوماتية للغة" (ALPAC)، لفحص التطلعات. وكان تقريرها سلبياً؛ إذ ذكر أن الترجمة الآلية بطيئة، وأقل دقة، وتكلف ضعف تكلفة الترجمة البشرية. وأنه لا حاجة للمزيد في الإنفاق على الترجمة الآلية. وأوصت بالمقابل بتطوير المعينات على الترجمة، مثل المعاجم الأوتوماتية، كما أوصت بدعم البحوث في اللغويات الحاسوبية. على أن هذا التقرير قد رفض من عدة جهات، واتهم بأنه ضيق العطن، ومتحيز وقصير النظر. ومع ذلك، فإن هذا التقرير أدى إلى إنهاء فعلي للبحث في الترجمة الآلية في الولايات المتحدة لما يزيد على عقد من السنوات، كما أثر في التصور الجماهيري لها لمدة طويلة.

وعلى هذا، فإن بحوث الترجمة الآلية تركزت خارج الولايات المتحدة، وبخاصة في كندا وأوروبا، بسبب الثنائية اللغوية في كندا (الإنجليزية والفرنسية)، بينما السوق الأوروبية المشتركة كانت تتطلب ترجمات لنصوص مختلفة من علمية واقتصادية وتقنية وإدارية وتشريعية. ففي مونتريال (كندا)، لم تنجح المجموعة البحثية في بناء منظومة إنجليزية- فرنسية كبيرة لترجمة كتب التعليمات للطائرات، لكنها نجحت في خلق منظومة "لغة جزئية" سنة ١٩٧٦، سميت ميتيو (METEO)، من أجل ترجمة تقارير الطقس للنشر اليومي. كما أن السوق الأوروبية المشتركة أدخلت سنة ١٩٧٦ نظام سيستران (SYSTRAN)، للترجمة بين الإنجليزية والفرنسية. وهو نظام طوره بيتر توما (طعمة)، أحد أعضاء فريق جامعة جورج تاون، للترجمة بين الإنجليزية والروسية لمصلحة القوات الجوية الأمريكية، منذ سنة ١٩٧٠. وأدى ذلك إلى ضخ الأموال لدعم بحوث الترجمة بين عدة لغات، مستفيداً من التقدم في الترجمة الآلية واللغويات الحاسوبية. وسمي هذا مشروع يوروترا (EUROTRA).

وقد يكون أهم تطور في الترجمة الآلية في العقد الأخير هو ظهور أنظمة تجارية. وقد نزلت إلى الميدان الشركات الإلكترونية اليابانية وغيرها. كما طورت أنظمة ترجمة خاصة بمطوريها، أو بمن طورت له. كما أن كثيراً من أنظمة سيستران فُصلت على قدر مستعملها. وأكثر هذه الأنظمة تعتمد التحرير اللاحق لإنتاج ترجمات مقبولة. كما أن التحرير السابق شائع أيضاً؛ وذلك لتميز حدود الكلمات، أو مدى الجمل وأشباه الجمل؛ أو يصاغ النص المطلوبة ترجمته بلغة إنجليزية مضبوطة. والترجمة الآلية اليوم شائعة وتستهمل على نطاق واسع.

وقد بدأت الترجمة الآلية على الشبكة بنظام سيستران، خدمة مجانية، بترجمة نصوص قصيرة (١٩٩٦). وتبع ذلك نظام (AltaVista Babelfish)؛ ثم كثرت النظم إلى حد ما. من ذلك نظام (Moses)، الذي استعمل للرسائل القصيرة على الهواتف النقالة في اليابان (٢٠٠٨). كما طورت جوجل نظام (Google Translate). ومنذ أوائل ٢٠١٠ سمحت تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي الجديدة والشبكات العصبية العميقة بالتعرف على الصوت للوصول إلى مستوى جودة أدى بفريق مترجم ميكروسوفت إلى أن يجمع بين التعرف على الصوت وتكنولوجيا الترجمة النصية. وهكذا انطلقت تكنولوجيا الترجمة الصوتية الجديدة. ومترجم ميكروسوفت للنص والصوت هو جزء من مجموعة الخدمات المعرفية لـ (An Application Programming Interface (API). وهو متاح للعملاء منذ ٢٠١١، لترجمة النص، ومنذ ٢٠١٤ لترجمة الصوت ابتداء من سكايب منذ سنة ٢٠١٤؛ كما هو متاح للعملاء منذ ٢٠١٦ بوصفه خدمة (API) مفتوحة مع وجود التطبيق في أنظمة (Android, IOS, Windows)^(١٠).

طرائق الترجمة الآلية

تطورت طرائق الترجمة الآلية مع الزمن؛ فمن طرق بسيطة مباشرة غير فعالة، إلى طرق متقدمة قابلة للتطبيق الواسع. ويمكن إجمال هذه الطرق في ثلاث:

١- ترجمة آلية تعتمد القواعد (ت آ ع ق)

Rule-Based Machine Translation (RMBT)

وهي ترجمة طورت منذ عقود، وكانت أول أسلوب عملي للترجمة الآلية، وتعتبر كلاسيكية. لكنها مطبقة في الحلول التجارية إلى حد ما. وتقوم على (إعراب) عبارة ما في لغة المصدر، وتحديد كلماتها، وتحليل تركيبها، ثم تحويل ذلك إلى لغة الهدف، بالاستفادة من قواعد مرمزة، تحدد بشرياً من قبل مختصين لغويين. وهذه القواعد تحدد التناظر التراكيبى بين لغة المصدر ولغة الهدف. أي توجد ما يمكن أن يكون وسيطاً رمزياً بينهما. وتحتوي هذه الطريقة ثلاثة نماذج (paradigms): ترجمة آلية تحويلية القواعد (Transfer-Based)، و ترجمة الإشارات اللغوية (Interlingual)، و ترجمة آلية معجمية القواعد (Dictionary-Based). وأكثر ما تستخدم هذه الترجمة في عمل المعاجم وبرامج النحو والصرف. كما تفيد في ترجمة نصوص كبيرة دون الحاجة إلى نصوص كبيرة ثنائية اللغة، كما في حال الترجمة الإحصائية. ومن عيوبها حاجتها لوقت وجهد بشري كبيرين؛ كما أن القواعد المرمزة بشرياً قد لا تكون كافية لتشمل كل الظواهر اللغوية الممكنة، وقد تتعارض مع قواعد واقعية موجودة في النص.

وبالنسبة إلى الترجمة الآلية تحويلية القواعد، فهي شبيهة بتلك التي تعتمد الإشارات اللغوية، من حيث أنها تولد تمثيلاً وسيطاً محاكياً للغة نص المصدر. وتختلف عنها في أنها تعتمد جزئياً على الزوج اللفظي المختص بالترجمة.

وفي الترجمة الآلية ذات الإشارات اللغوية، يحول نص المصدر إلى إشارات لغوية، أي تمثيل بلغة حيادية مستقل عن أي لغة. ثم يتم استخراج النص الهدف من اللغة الوسيطة. ومن فوائد هذه الطريقة، أن الإشارات اللغوية تصير أكثر أهمية مع عدد لغات المصدر المطلوب الترجمة إليها. إلا أنه من الناحية العملية، لم يتم تطوير إلا لغة إشارات لغوية واحدة تسمى كانت (KANT) سنة ١٩٩٢، استخدمت لترجمة كتاب التعليمات لكاتربلر من اللغة الإنجليزية إلى لغات أخرى.

وأخيراً، فإن الترجمة الآلية التي تعتمد المعاجم، تقوم على ترجمة الكلمات من لغة إلى أخرى كما هي في المعاجم.

٢- الترجمة الآلية الإحصائية (تآح) Statistical MT (SMT)

بدأت الترجمة الآلية الإحصائية سنة ١٩٨٨ عندما قدم بيتر براون (Peter Brown) -وهو باحث في شركة آي بي منهجاً جديداً للترجمة الآلية يعتمد على المقاييس الإحصائية في مؤتمر للترجمة الآلية عقد في جامعة كارنيجي ملون. وأساس ذلك هو أن يصنع كل قرار للترجمة بناء على الاحتمالات الشرطية (conditional probabilities)، أي احتمال وقوع حدث ما اعتماداً على وقوع حدث آخر.

ومن الناحية الصورية، تعمل الترجمة الآلية الإحصائية كما يلي: لترجمة جملة فرنسية (ف) إلى جملة إنجليزية (إ)، نأخذ بعين الاعتبار كل الجمل الإنجليزية (إ) التي يمكن (أو لا يمكن) أن تكون ترجمة للجملة الفرنسية (ف). ولكن بعضها له احتمال أكبر في أن يكون الترجمة. ح (إ/ف) هو احتمال أن تكون (إ) ترجمة مقبولة للجملة (ف). وفلسفياً، نفرض أن قائل الجملة (ف) فكر بالجملة (إ)، ثم في داخل

عقله أخرجها بالصيغة (ف). وهو ما يذكرنا بالاختباس الذي نقلناه آنفاً عن ويفر. وهكذا، نفتش عن الجملة الأصلية (إ) التي هي الاحتمال الأكبر للترجمة. وعقدة هذه الحالة أنه من المستحيل الوصول إلى كل جمل لغة ما. لذلك، تقبل (تآح) التقريبات التي تسمى نماذج (models). وتحدد مجاميع ثنائية اللغة مترادفة نموذج الترجمة الذي يمثل كل إمكانيات الترجمات بين لغتين. ومن الواضح، أنه كلما كان النموذج أكبر كانت النتائج أفضل. ومعنى ذلك، أن كل كلمة يمكن اعتبارها ترجمة لكل الكلمات في اللغة الأخرى، ولكن الاحتمال الأعلى هو للكلمات المترادفة.

ويعرف نموذج لغوي آخر في لغة الهدف، لمجاميع من أحادية اللغة. ويمثل كل العبارات الصالحة في اللغة. وتحدد خوارزمية الجملة، عن طريق معرفة أعلى ناتج للجملة الصالحة في نموذج اللغة، وكذلك ترجمة الكلمات، وترتيبها (نموذج الترجمة). والناتج هو أفضل ترجمة محتملة.

وقد استعمل براون المجموع الإنجليزي الفرنسي الموازي هانسارد (Hansard)، الذي يحوي بروتوكولات من البرلمان الكندي. وظلت (تآح) تعتمد نموذج براون الأصلي، حيث المخرجات اللغوية في لغة الهدف اشتقت بتطبيق مبرهنة شانون للمعلومات (Shannon) فيما يخص ضوضاء قناة نموذج الترجمة. ولكن منذ ٢٠٠٢ اقترح أوخ ونيه (Och & Ney) نظاماً يحل فيه نموذج سجل خطي تمييزي discriminative log model محل قناة الضوضاء. وقد فرض هذا النهج نفسه على واقع الترجمة وبخاصة لما فيه من مرونة.

أنواع الترجمة الآلية الإحصائية

لا تهتم (تآح) بتحليل جمل تامة، إذ من المستحيل أن تحتوي المجاميع المخزنة على كل الجمل (أو حتى أكثرها) الممكنة في لغة ما. ولذلك جرى الاتجاه إلى تحليل وحدات أصغر، وهي: الأساس هو الكلمة، والأساس هو شبه الجملة.

الأساس هو الكلمة (Word- Based)

الأساس هو الكلمة، هو النهج الأصل، ويحلل على مستوى الوحدات المعجمية. وهو ما يعني أن كل كلمة في المصدر لها كلمة مقابلة في الهدف. ونعلم أن كثيراً من الكلمات في كثير من اللغات لها أكثر من معنى. ومن الواضح، أن هذا الأمر هو معضلة للترجمة الآلية، يجب حلها، ربما بتحرير سابق. وقد نجد صعوبات أخرى في لغات غير موجودة في لغات أخرى.

الأساس هو شبه الجملة (Phase- Based)

نهج "الأساس هو شبه الجملة" في (تآح) وضع لحل المشكلات المذكورة أعلاه. لكن المصطلح "شبه الجملة" لا يدل على أنظمة قادرة على تحديد أشباه جمل محفزة لغوياً، وتحليلها وفصل بعضها عن بعض. ويدل المصطلح على سلاسل من كلمات متتالية (نغرام/ تعريب n-gram)، ظهرت في بيانات ما. ويسمح استعمال هذه السلاسل بمعالجة بعض نقائص (تآح) الناتجة من استعمال "الأساس هو الكلمة". كما تيسر هذه المعالجة بعمل خوارزميات أفضل لمعالجة الغموض في المعاني لكلمة ما. وكذلك، اعتماداً على طول هذه السلاسل فقد صار بالإمكان معالجة قضايا ترتيب

الكلمات أو أي ظواهر نحوية. كما أن (تآح) التراتبية ذات نهج "الأساس هو شبه الجملة"، ويعرف أيضاً بأنه (تآح) من نهج "الأساس هو النحو" هو أسلوب متقدم يسمح باستعمال بيانات نحوية شجرية الأساس في نموذج شبه الجملة. Hierarchical phrase-based SMT, also known as syntax-based SMT is an advanced approach that allows the use of tree-based syntax in the phrase-model. (cf. Koehn, 2010)

(تآح) ما لها وما عليها

إن أهم فوائد (تآح) هي إمكانية عمل ترجمة آلية فعالة دون أي معرفة بلغة المصدر أو الهدف أو معرفة الملامح الخاصة لأي منهما. ومع أن جودة الترجمة الآلية المحضة ضعيفة؛ فإنها مقاربة لأنظمة (ت آ ع ق). وتكون الترجمة الآلية ممكنة للغات التي لا تتمتع بقوى بشرية كافية لعمل نظام (تآعق) واسع، ولكن بوجود نصوص كافية من لغتي المصدر والهدف (وهذا ينطبق على كثير من لغات الاتحاد الأوروبي).

وبالنسبة إلى جودة الترجمة، فإن كلتا (ت آ ع ق) و(ت آ ح) تحبلان بالأخطاء، ومع اختلافات أساسية في نوع الأخطاء. ففي أنظمة (ت آ ع ق) تجد جملاً أفضل في ترتيب الكلمات، والنحو، والتماسك. بينما أنظمة (ت آ ح) تنتج ترجمات أفضل من حيث اختيار الألفاظ، وإزالة الغموض. ومع ذلك تتحسن (ت آ ح) مع كثرة عناصر المجاميع المرجعية.

على أن نقاط ضعف (ت آ ح) قريبة من نقاط قوتها. فإنه يصعب تحديد أسباب أخطاء هذه الترجمة، نظراً لضخامة النصوص المستعملة. وهو ما يجعل الجهد البشري لتصحيح الأخطاء مضمناً، وقد تعتمد على إضافة أمثلة أخرى أفضل. كما أنه ستظهر صعوبات جمة للترجمة بين لغتين إذا كان بينهما اختلافات أساسية في ترتيب الكلمات، والانتشاء (flexion)، واستعمال الضمائر، وصيغ الصياغات الزمنية (temporal) وعددها. وذلك جلي في الترجمة بين العربية والإنجليزية.

ذكرنا أن التحسين في (ت آ ح) يعتمد على حجم المجاميع اللغوية المتوازية. ولذلك، كان من الطبيعي أن يفكر الباحثون بتحسين الترجمة دون الحاجة إلى مجاميع لغوية ضخمة. وبخاصة أن عمل مثل هذه المجاميع يتطلب جهداً بشرياً ووقتاً فائقين. وهذا أدى إلى تعديل في النهج؛ وهو ما أدى إلى ما يسمى مجاميع مقارنة (comparable)، وهي مجاميع ليست متوازية، بل لها علاقة بعضها ببعض، مثل حالة موسوعة الويكيبيديا.

وتحسين آخر على (ت آ ح)، صار في الاستفادة من عدة أنظمة. وقد نشرت عدة مقالات حول هذا الأمر، تهتم بمعالجة مسبقة لقضايا النحو، وإزالة الغموض الدلالي، وما مائل من تطبيقات. ولا تزال مثل هذه الأنظمة (الهجينة) في بدايتها، ولم تحقق تقدماً ذا شأن^(١٠).

ترجمة آلية مبنية على المثل (ت آ ب م) (Example -Based Machine Translation) (EBMT)

اقترح هذا النهج، ماكوتو ناكاو (Makato Nagao) سنة ١٩٨٤؛ ويقوم على فكرة التشابه الجزئي (analogy). حيث تستعمل عبارات مترجمة مسبقاً من لغتي المصدر والهدف لترجمة عبارات جديدة، وهنا يسعى النظام لتحديد عبارات مترجمة قريبة من التي يراد ترجمتها. ولأن التشابه لجمل تامة قليل، فإنه يجري تقسيم الجملة إلى وحدات أصغر، ويمضي التشابه على هذه الوحدات. وتعتمد جودة هذه الترجمة الناتجة على وجود ترجمات مخزنة. ففي حال وجودها تكون الترجمة جيدة، وفي حال عدم الوجود تكون ضعيفة^(١).

الترجمة الآلية العصبونية (ت آ ع) (Neural Machine Network) (NMN)

قبل التعرف على تقنية الترجمة الآلية العصبونية دعونا نعرف ما هي الشبكات العصبية؟ حسب تعريف جوجل للشبكات العصبية فهي عبارة عن تقنيات مصممة لمحاكاة الطريقة التي يؤدي بها الدماغ البشري مهام معينة، وتتكون من وحدات معالجة مكونة من عناصر حسابية تسمى عصبونات (Neurons) مهمتها تخزين المعلومات والبيانات حتى تصبح متاحة للجميع. وتكون الترجمة الآلية العصبونية نهجاً للترجمة الآلية يستخدم شبكة عصبونية اصطناعية ضخمة، ليتنبأ بإمكانية حصول سلاسل من الكلمات، معالجتها هي نمذجة جمل تامة في نموذج متكامل.

ويتفرع عنها ما يسمى الترجمة الآلية العصبونية العميقة، التي تختلف عنها في أنها تستخدم طبقات من الشبكات العصبية وليس طبقة واحدة.

ومن أهم مميزاتها أن حاجتها للذاكرة هو معشار حاجة (ت آ ح). كما أنها تتعامل مع جميع مكونات نظام الترجمة معاً. كما أنه يمكن تدريب نظام واحد على النص الأصلي. وعلى خلاف أنظمة الترجمة القائمة على الكلمات، وتتكون من عديد من الوحدات الفرعية الصغيرة، التي يتم ضبطها بشكل منفصل بعضها عن بعض، فإن (ت آ ع) تعمل على بناء شبكة عصبية واحدة كبيرة وتدريبها على قراءة النص بكامله، وإنتاج ترجمة أقرب للغة المصدر. ويكون هذا عن طريق استعمال متجهات للكلمات والحالات الداخلية قد يكون بعده (عدد مركباته) ٥٠٠، تحدد الشبكة العصبونية بعده الدقيق. فيمكن أن ترمز مفاهيم بسيطة للجنس (ذكر، أنثى، محايد)، ولمستوى اللطف (عامي، عفوي، مكتوب، شكلي، ...)، ونوع الكلمة (فعل، اسم، حرف). وتكون بنية النماذج أبسط منها في نماذج "الأساس هو شبه الجملة". ولا يفرد لكل لغة نموذج لغة، ونموذج ترجمة، ونموذج إعادة ترتيب. ولكن يوجد نموذج متتال وحيد يتنبأ بالجملة تامة في لغة الهدف.

تاريخياً، كانت البدايات في عقد ١٩٩٠. وكانت نمذجة متتالية الكلمات تتم باستعمال الشبكة العصبونية المتكررة (ش ع ك) (recurrent neural network) (RNN). حيث تستخدم شبكة عصبونية متكررة ثنائية الاتجاه، تتألف من المشفر (encoder) لتشفير جملة في المصدر، وفك التشفير (decoder) للنتبؤ بالجملة المناسبة في الهدف. وظهر أول بحث في الترجمة الآلية العصبونية سنة ٢٠١٤،

وتبعه تقدم سريع في السنوات اللاحقة، في ميادين مختلفة متعلقة بهذه الترجمة. وظهر سنة ٢٠١٥ أول نظام جماهيري تنافسي هو نظام (OpenMT'15)؛ كما ظهر منافس آخر هو (WMT'15). ومع نهاية سنة ٢٠١٦ فاز هذا النظام بـ ٩٠% من أنظمة (ت آ ع). وتستعمله جوجل (ونظامها الخاص يسمى "الترجمة الآلية العصبونية لجوجل")، كما أن ميكروسوفت لها تكنولوجيا مماثلة للترجمة الصوتية بما فيها (Microsoft Translator and Skype Translator).

كما أن مجموعة هارفرد (NLP) قدمت ترجمة آلية عصبونية مفتوحة هي (OpenNMT). كذلك، فإن لدى مترجم ياندكس (YANDEX) نظاماً هجيناً من (ت آ ح) و(ت آ ع). وتعيّنه في اختيار أفضل النتائج خوارزمية كاتبوست (CatBoost)، المبنية على تعلم الآلة.

ويعتبر عدد من الباحثين أن الترجمة الآلية العصبونية هي مستقبل أنظمة الترجمة، لأسباب كثيرة منها:

- ١- هي تترجم النصوص وليس الكلمات.
- ٢- تحل مشكلة الكلمات الغامضة، أو ما ليس لها مقابل في لغات أخرى.
- ٣- كثرة اللغات التي تدعمها، فحتى أوائل ٢٠١٧ كان عددها ٥٩ لغة.
- ٤- يمكن أن تعمل بدون الاتصال بالشابكة.
- ٥- يسهل تعلمها بسرعة مع إمكانية دمج المعرفة السابقة.
- ٦- تحل مشكلات الصرف والتراكيب المعقدة.
- ٧- تعيد ترتيب المسافات البعيدة بين الكلمات^(١٢).
- ٨- كما يمكن ترتيب خطوات الترجمة الآلية العصبونية كما يأتي:

١- يجري نقل كلمة ما، أو بالأحرى متجه ذي ٥٠٠ بُعد يمثلها، إلى أول طبقة من العصبونات التي تشفرها في متجه ذي ١٠٠٠ بُعد يمثل تلك الكلمة في سياق الكلمات الأخرى في الجملة.

٢- وبعد تشفير كل الكلمات في متجهات ذات ١٠٠٠ بُعد، تعاد هذه العملية عدة مرات، لتحسين هذه المتجهات الممثلة للكلمات، في سياق الجملة التامة.

٣- ثم تستخدم طبقة التنبيه (attention layer) (وهي خوارزمية) مصفوفة المخرج النهائية وكذلك مخرجات الكلمات المترجمة سابقاً لتعيين الكلمة التالية الواجبة ترجمتها من لغة المصدر. كما يستفاد من هذه الحسابات لإسقاط الكلمات غير اللازمة في لغة الهدف.

٤- ثم تقوم طبقة فك التشفير (المترجمة) بترجمة الكلمة المختارة (أي المتجه ذو ١٠٠٠ بُعد الممثل للكلمة في سياق الجملة التامة) إلى أفضل مقابل في لغة الهدف. ثم تُلقم هذه الطبقة الأخيرة في طبقة التنبيه التي تحدد الكلمة التالية في طبقة التنبيه من لغة المصدر لترجمتها^(١٣).

٥- الترجمة الآلية واللغة العربية

تعود المحاولات الأولى لتطوير برامج للترجمة الآلية من الإنجليزية إلى العربية إلى د. بشاي -وهو أستاذ في جامعة هارفرد- في أوائل سبعينيات القرن العشرين. واعتمد أسلوب التحرير السابق للنصوص. ولم يكتمل هذا المشوار^(١٥).

ومن الرواد في هذا الموضوع شركة صخر، وهي شركة كويتية الأصل أنشئت سنة ١٩٨٢ ثم بيعت لمستثمرين آخرين وانتقلت إلى القاهرة.

١- نظام صخر للترجمة للمؤسسات

نظام صخر للترجمة للمؤسسات (SET) هو محرك ترجمة آلية، رائد في مجاله للترجمة ثنائية الاتجاه من الإنجليزية إلى العربية والعكس، ويمكن استخدامه في الترجمة الآلية للنصوص الحرة، ومستندات معالجة الكلمات (MS Word) فضلاً عن ترجمة مواقع الويب مع توفير عنصر الأمان للوثائق حتى لا يطلع عليها أحد.

ويعمل النظام باستخدام مجموعة من الطرق القائمة على الإحصائيات والقواعد الخاصة بالمعالجات الآلية للغة العربية (NLP) ويقوم بتحليل شامل بهدف فهم النص وسياقه، ومن ثم حل كل أشكال الالتباس وتقديم ترجمة عالية الجودة.

يتم استخدام نظام (SET) من قبل العديد من المؤسسات الكبرى في الشرق الأوسط بما في ذلك وزارة الداخلية بدولة الإمارات العربية المتحدة، ووزارة الدفاع بعمان، وشرطة دبي، ومجلس الشورى بالمملكة العربية السعودية.

إن نظام صخر للترجمة للمؤسسات يساعد الشركات في مشاريع الترجمة المتوسطة والكبيرة. وفيه إمكانية زيادة كفاءة الترجمة باستخدام مفردات مخصصة وقواميس وذاكرات الترجمة لترجمات سابقة.

ويدعم نظام صخر للترجمة:

- ١- ترجمة النص الحر.
- ٢- ترجمة الملفات الإلكترونية (HTML - RTF - docx - doc - txt) .
- ٣- ترجمة مواقع وصفحات الويب.

مصصح الأخطاء

يقوم مصصح الأخطاء باكتشاف الأخطاء اللغوية ويقوم بإظهار اختيارات مناسبة للكلمة الخاطئة للاختيار.

٢- مدينة عبدالعزيز للعلوم والتقنية- مركز المعلومات

يعمل هذا المركز منذ سنوات على بناء بنك آلي للمصطلحات العربية. ومن نشاط هذا البنك:

أ- قاعدة البيانات للمصطلحات الآلية، تشمل المصطلح ومصدره وتاريخه واستعماله أو ظهوره لأول مرة، والمقابل له بعدة لغات.

ب- قاعدة بيانات للكتب العلمية المؤلفة بالعربية أصلاً والمترجمة، داخل المملكة وخارجها.

ج- قاعدة بيانات بالمعاجم العربية المحوسبة وغيرها.

٣- دار حوسبة النص بالأردن:

أصدرت هذه الشركة برنامج القلم الضوئي العربي للتعرف على النص العربي آلياً وغيرها من البرامج العربية الآلية التي تثبت واقع اللغة العربية من الترجمة الآلية من خلال الممارسة والتطبيق لمواكبة عصر التكنولوجيا والمعلومات السريعة مع مراعاة الدقة في ذلك.

الترجمة الآلية من اللغة الإنجليزية إلى اللغة العربية:

٤- برنامج المترجم العربي (ATA) للترجمة من اللغة الإنجليزية:

صدر هذا البرنامج لأول مرة عام ١٩٩٦م. وهو مزود ببرنامج "ويندوز" مع دعم عربي، وهو يتضمن قاموساً عالمياً، ويتضمن عدداً من المعاجم المتخصصة ويسمح للمستفيد ببناء قاموس خاص به.

ويمكن إدخال النص الأصلي بواحد من الأساليب الثلاثة المعروفة. بوساطة ملف إلكتروني جاهز، أو بوساطة لوحة المفاتيح، أو بوساطة ماسح إلكتروني. ويتضمن

البرنامج مدققاً إملائياً للنص الإنجليزي، تتم الترجمة من خلاله بصورة كلية قبل التدقيق والمراجعة من قبل المستخدم، كما يمكن تجزئ الترجمة إلى فقرات متتالية، فيقوم المستخدم بمراجعة كل فقرة بعد ترجمتها.

ويتضمن البرنامج عدداً من القواميس خلال عملية الترجمة الآلية.

- النصوص الإنجليزية التي يقبلها البرنامج يجب أن تكون بصيغة نص (text) ويمكن أن تأتي من مصادر عدة كما هو مبين في المخطط.
- يبدأ البرنامج بالتعرف على النص الإنجليزي أولاً متحققاً من كلماته جميعاً في القاموس العام للبرنامج. والكلمات التي لا توجد في القاموس يمكن تدقيقها في المدقق الإملائي الإنجليزي لتصحيح الأخطاء الإملائية، وإذا لم يعثر عليها فتعرض ضمن النص العربي المترجم كما هي.
- يستند البرنامج في عمله إلى المكونات التالية:

١. قاموس إنجليزي عربي.

٢. محلل نحوي إنجليزي.

٣. محلل صرفي عربي.

٤. محلل عربي.

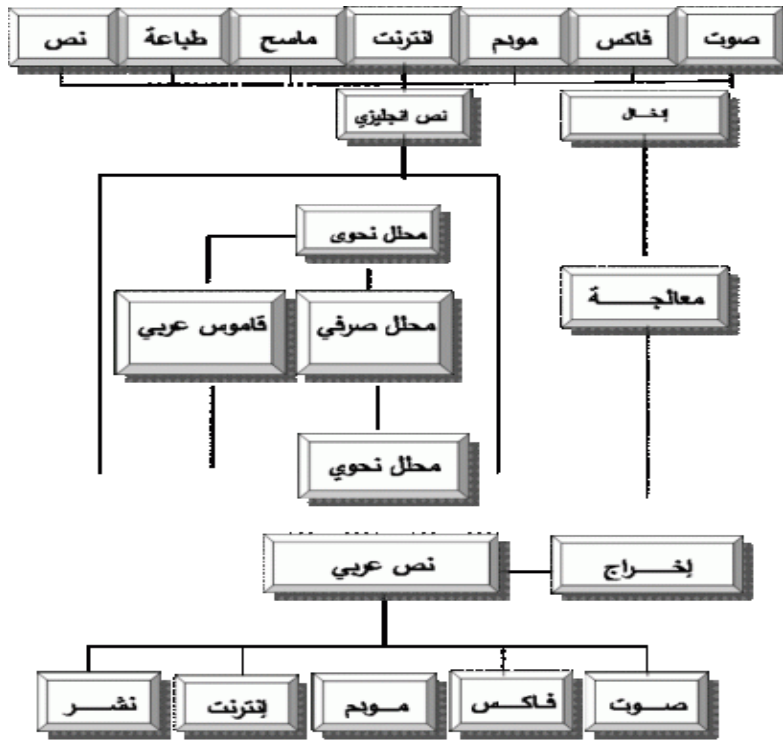
القاموس الإنجليزي العربي: مصنف بحيث يتعامل مع الكلمات الإنجليزية المفردة، وكذلك المصطلحات التي تزيد على الكلمة الواحدة مع مقابلاتها العربية معطياً جميع المعلومات التي يتطلبها عمل البرنامج في الترجمة، فالأفعال الإنجليزية بكل أزمنتها تعطي مقابلاتها بالجزور العربية غير المشكلة مع اعتبار الشدة من ضمن الجذر.

القاموس الإنجليزي العربي: مصنف بحيث يتعامل مع الكلمات الإنجليزية المفردة، وكذلك المصطلحات التي تزيد على الكلمة الواحدة مع مقابلاتها العربية معطياً جميع المعلومات التي يتطلبها عمل البرنامج في الترجمة. فالأفعال الإنجليزية

بكل أزمعتها تعطي مقابلاتها بالجزور العربية غير المشكلة مع اعتبار الشدة من ضمن الجذر.

فالفعل كتب = (write) بدون تشكيل، بينما الفعل شدد = (stress) بوضع الشدة على حرف الدال باعتبارها جزءاً لا يتجزأ من الفعل.

• كيف يعمل "المترجم العربي"؟



تبدأ عملية الترجمة بتحليل الجملة الإنجليزية على الجملة، ويحدد بالاستعانة بمعلومات القاموس، المعلومات القاموسية من اسم وفعل وصفة، والصيغ النحوية من فعل وفاعل ومفعول به... إلخ، لكل كلمة من كلماتها بحسب موقعها في الجملة. ويعطي المحلل الصرفي المواقع العربية الكاملة للكلمات العربية. بينما يحدد المحلل النحوي العربي -بعد استشارة المعلومات القادمة من المحلل النحوي الإنجليزي- الوظائف النحوية للكلمات العربية وموقعها في الجملة، ويضع الحركات الصحيحة بحسب ذلك، مع اعتبار طبيعة الجملة العربية؛ إذ يسبق الفعل الفاعل والموصوف الصفة بدلاً من العكس كما هو الحال في الجملة الإنجليزية.

نتائج

- دقة الترجمة، وسلامة النص المترجم لغوياً.
- سهولة تعديل أو تصحيح النص المترجم، وسهولة مقارنته بالنص الأصلي.
- سهولة إدخال أو إضافة تعديلات إلى النظام نفسه لتحسينه.
- نوعية القواميس المرفقة وحجمها، وتنوع المفردات العربية للمفردة الأجنبية الواحدة، وشمولها لمختلف المعاني الممكنة وإمكانية انتقاء المناسب منها.
- الزمن الذي تستغرقه الترجمة للنصوص المختلفة في تعقيداتها واختصاص مضمونها.
- كلفة البرنامج، وسهولة استخدامه على الحواسيب المختلفة.
- الاتصالات الشبكية لتسهيل النقل والنشر الإلكتروني.
- اللغات للمصطلحات المستخدمة في النص المترجم... إلخ^(١٦).

برامج أخرى للترجمة إلى العربية

لا يمكننا حصر كل البرامج التي طورتها جهات مختلفة، ولا تزال تطور، للترجمة إلى اللغة العربية من لغات أخرى. ونذكر منها:

- برنامج المترجم العربي (ATA). وقد ذكرناه آنفاً. وأصدرت الشركة برنامجاً مصغراً منه هو برنامج "الوافي"، ومنه ثلاثة إصدارات: الوافي ١، والوافي ٢، والوافي الذهبي. ويحتوي الوافي على مجموعة من القواميس؛ منها القاموس العام، ويحتوي على أكثر من مليون كلمة. وفيه قاموس المستعمل، وقاموس اللغتين العربية والإنجليزية. كما يحوي مدققاً إملائياً مع إمكانية ضبط النص العربي بالشكل.

- برنامج (Arab Transfer)، من شركة (ARABNET)، ويعمل في بيئة (Windows). ويحوي قاموسه أكثر من مليون كلمة.

- برنامج سيموس (CIMOS) للترجمة من الإنجليزية والفرنسية للعربية، ويحوي قاموسه ٤٠٠,٠٠٠ كلمة.

- برنامج ترانسفير (TRANSFER) خاص بشركة (APPTEK)، ويترجم من الإنجليزية إلى العربية. ويحوي قاموسه ١٠٠,٠٠٠ كلمة.

- برنامج أراميد (ARAMED)، يترجم من الإنجليزية والفرنسية والألمانية إلى العربية في المجال الطبي، تابع للاتحاد الأوربي.

- برنامج (TRANSLATE MANAGER)، خاص بشركة (IBM)^(١٧).

مشكلات خاصة باللغة العربية والترجمة استلزمت حلولاً لها، وأمثلة لها:

١- المفردات، حيث الكلمة الإنجليزية قد يكون لها أكثر من معنى، وكذلك الكلمة العربية. مثل:

(The driver of the other truck escaped without injury)

الترجمة العربية (الوافي الذهبي): سائق الشاحنة الأخرى هرب بدون جرح. وترجمة (escaped) بكلمة هرب غير مناسبة، والأفضل نجا.

(How fast can cars go?)

الترجمة العربية (الوافي الذهبي): كيف تصوم يمكن أن سيارات تذهب؟ فترجمة (fast) بكلمة تصوم، وهو معنى من المعاني غير مناسب جداً.

٣- دلالة حروف الجر

(Smoking is dangerous to your health)

الترجمة العربية (الوفاي الذهبي): التدخين خطر إلى صحتك. والأصح على.

٣-RTA would like to inform you of the new launch of number plates electronic.: وهي في عدة أمور:

أ- في النوع

A change of the climate which is attributed directly or indirectly to human activity that alter the composition of the global atmosphere.

الترجمة العربية (موقع www.targem.org): تغيير المناخ الذي يعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاط البشري التي تغير تكوين الغلاف الجوي. هنا ترجم (that) بـ(التي). لأن في الإنجليزية ثلاثة أنواع: مذكر ومؤنث وحيادي، بينما في العربية اثنان.

ب- في العدد

He loved the tree and the tree loved to play to play with him.

Time went by, the little boy had grown up.

الترجمة العربية (<http://google.com/translste>): هو كان يحب الشجرة، والشجرة يحب اللعب معه. مع مرور الوقت، ولد صغير قد كبروا. واضح أن كبروا للجمع مع أن الأصل مفرد. كما أن الأصح والشجرة تحب.

ج- في الضمير

الترجمة العربية (جوجل أعلاه): هيئة الطرق والمواصلات أود أن احيطكم علما إطلاق أرقام لوحات الكترونية. وهنا نجد ضميرين للشيء نفسه: أود للمفرد، وأحيطكم للجمع.

وكمثل على الانحراف الدلالي مع ضمير المخاطب

Don't be afraid of making mistake. They're an essential part of learning, but if you don't learn from your mistake, you'll missing a golden opportunity.

الترجمة العربية (<http://www.systran.co.uk>): لست يخشى من يجعل غلطة. هم جزء أساسي من يعلم. غير أنّ إنّ أنت لا تعلم من غلطتك، سيفتقد أنت كذلك [غولدن وبورتيني].

والأخطاء في هذه الترجمة كثيرة، فهي أقرب إلى الترجمة الحرفية. وأسند الفعل إلى المخاطب (لست) ثم انتقل إلى الغائب (يخشى، ويجعل). كما ترجم (they're) ب(هم)، والنسب العربي (هي). ثم لم يستطع ترجمة آخر كلمتين فكتبهما بالعربية كما هما.

د- في التركيب، وله أكثر من حالة

(١) تركيب مبني للمجهول

(Tobacco was first smoked in America in America)

الترجمة العربية (جوجل أعلاه): تدخن التبغ لأول مرة في امريكا من قبل اليهود. وأنسب ترجمة هي: دخنّ الهنود التبغ لأول مرة في أمريكا.

ففي النص الإنجليزي الفاعل معروف، والترجمة العربية حولته إلى مبني

للمجهول، إضافة إلى أن ترجمة (by) ب(من قبل) ليست تعبيراً عربياً.

(٢) بين الجملة الفعلية والاسمية

(A woman last week gave birth to a girl with two faces and two brains on a single head)

الترجمة العربية (جوجل أعلاه): امرأة الأسبوع الماضي أنجبت فتاة مع وجهين

والعقول على رأس واحد.

وأنسب ترجمة: أنجبت امرأة الأسبوع الماضي فتاة بوجهين وعقلين في رأس واحدة. مع أن الجملة الإنجليزية اسمية إلا أن الترجمة العربية الفضلى هي فعلية.
(٣) التركيب العددي، حيث تختلف اللغتان في بناء العدد في تركيب الجملة
(Schools in Kenya are poor. They do not have enough money to buy the things they need, and one thing they are short of its books)

الترجمة العربية (Arabgate.com): مدارس في كينيا فقيرة، ليس يمتلكون نقوداً كافية لشراء الحاجات هم يحتاجون واحد شيء الذي نقص في الكتب.
فالعلاقة بين العدد والمعدود في اللغتين مختلفة. فالترجمة الحرفية (واحد شيء) غير مقبولة عربياً؛ والأصح شيء واحد.

(The research team consists of fifteen researches)

الترجمة العربية (جوجل أعلاه): فريق البحث يتكون من خمسة عشر الباحثين.
(٤) بين التركيب الوصفي والإضافي، إذ يكون أحدهما أنسب من الآخر

(Ahmed is student development coordinator)

أحمد وطالب منسق التنمية. (تعبير وصفي)

والأفضل: أحمد منسق التطوير الطلابي. (تعبير إضافي)

(Ahmed is an academic advisor)

الترجمة العربية (جوجل أعلاه): أحمد وهو مستشار الأكاديمية. (تعبير إضافي)

والأفضل: أحمد مستشار أكاديمي. (تعبير إضافي)

(٥) التعبيرات الاصطلاحية (Idioms)

التعبيرات الاصطلاحية عموماً مجازية. وقد لا تحسن برامج الترجمة ترجمتها الصحيحة بنسبة عالية. وما يلي بعض هذه التعبيرات وترجمتها في نظامي صخر وجوجل:

التقييم	ترجمة جوجل	التقييم	ترجمة صخر	النص العربي/ المصدر	
حرفية	They are from the daughters of the night	صحيحة	They are from the prostitutes	هن من بنات الليل	١
حرفية	He knows the land girls	حرفية	He knows the land girls	هو يعرف بنات الأرض	٢
حرفية	I'm having a girls forever	صحيحة	I face misfortunes	أواجه بنات الدهر	٣
حرفية	Girls chest giving me sleepless nights	حرفية	The chest girls worry me	تؤرقني بنات الصدر	٤

والجدول من مذكور، حيث قدم ١٢ تعبيراً اصطلاحياً، مع ترجمتها. وكانت ملاحظاته:

عدد الترجمات الصحيحة لصخر ٥ من ١٢ بنسبة ٤١,٧%؛ بينما هي عند جوجل ٣ بنسبة ٢٥%. وبلغ عدد الترجمات الحرفية عند صخر ٥ بنسبة ٤١,٧%؛ بينما هي عند جوجل ٦ بنسبة ٥٠%. وهي خطأ عند النظامين. ويلاحظ طغيان الترجمة الحرفية. وقد يكون ذلك بسبب أن الأنظمة المستخدمة قديمة نسبياً^(١٨).

وفرة المصادر العربية على الشبكة

وفرة المصادر على الشبكة مهمة للترجمة الآلية الإحصائية، وكذلك في عدد من التطبيقات الحاسوبية. ويوضح الجدول أدناه وفرة المصادر العربية الأحادية والثنائية مع اللغة الإنجليزية^(٢٠).

نخبة أحادية اللغة

عدد الكلمات	الاسم التقني
٣٦٢,٧١٢	Arabic Learner Corpus (ALC)
٤٠٧,٠٠٥	Arabic Web
٧,٤٧٥,٦٢٤,٧٩٧	Arabic Web 2012 (ArTenTen, Stanford tagger)
١١٥,٣١٥,٢٧٤	Arabic Web 2012 Sample 115M (arTenTen12, mada tagger)
٣٠٠,٠٠٠,٠٥٧	OPUS Arabic
١٢٨,٢٤٣	Quran Annotated Corpus
٩٧٦,٥٧٣,٦١١	Timestamped JSI web Corpus 2014-2016

ومن الذخائر ثنائية اللغة

عدد الكلمات	اللغات	الاسم التقني
٣,٧٩٤,٦٧٧	إنجليزي - عربي	English-Arabic Parallel Corpus of United Nations Texts (EAPCOUNT)
٢٠٤,١١٧	إنجليزي - عربي	English-Arabic Parallel Corpus
٦١,٦٦٢	عربي - إنجليزي	GALE Phase 3&4 Arabic Web Parallel Text
٤٦,٧١٠	عربي - إنجليزي	Gale Arabic-English Parallel Aligned Treebank-Web Training

تقويم الترجمة الآلية

ليس من السهل تقويم الترجمات الآلية وبخاصة إذا كان مبتغانا آليات فعالة، سهلة التطبيق، قليلة الكلفة، مع تفضيل الوسائل الأوتوماتية. كذلك، تدخل عوامل كثيرة تؤثر في تقويم الترجمة الآلية. ومنها الغاية من الترجمة، ونوع الترجمة، واللغات التي يترجم منها أو إليها. فالترجمة الإحصائية (ت آ ح) أفضل من الترجمة المعتمدة على المثل (ت آ م ب) بشكل عام. على أن باحثين وجدوا أنه في الترجمة من الإنجليزية إلى الفرنسية، تكون (ت آ م ب) أفضل من (ت آ ح). وفي الوثائق التقنية تكون المترجمة بوساطة (ت آ ح) أفضل. وفي بعض التطبيقات، وعند استعمال لغة مضبوطة، تنتج الترجمة التي أساسها معجمي مخرجاً مناسباً.

أما بالنسبة لوسائل التقييم، فالأقدم هو العنصر البشري الذي يهدف إلى قياس الكفاءة وسلاسة الترجمة. وتظل هي الفضلى، مع أنها مكلفة وتستهلك الوقت. على أن التقويمات، وبخاصة غير البشرية، تظل بمقاييس مقارنة وليس بمقاييس مطلقة. إلا أن الترجمات الآلية غير المحررة تتجاهل أن الاتصال باللغات البشرية محدد بالسياق الموجود فيه النص. وتعتمد (ت آ ح) و(ت آ م ب) على مخزون ضخم من الجمل الحقيقية كقاعدة للترجمة. وعندما يكون المخزون كبيراً جداً أو صغيراً فالترجمة الناتجة ضعيفة. فقد وجد الباحثون أن برنامجاً مدرباً على ٢٠٣,٥٢٩ جملة مزدوجة، يؤدي إلى تناقص دقة الترجمات. كما وجدوا أن العدد الأفضل لعدد هذه الجمل هو ١,٠٠٠,٠٠٠، لتكون الترجمة أدق.

ونذكر بعض برامج التقويمات الأوتوماتية

- * معدل أخطاء الكلمات (WER) (WORD Error Rate) وهو مبني على أساس المسافة بين مخرجات نظام الترجمة والترجمة المرجعية على مستوى الكلمة.
- * معدل الأخطاء المستقلة عن الموضع (Position-Independent Error Rate) (PER)) وهو يحسب معدل أخطاء الكلمات بالتعامل مع كل جملة على أنها سلة كلمات، متجاهلاً ترتيبها.
- * بديل التقويم ثنائي اللغة (BLEU) (Bilingual Evaluation Understudy) وهو يحسب دقة ن- غرام (سلاسل الكلمات) وليس معدل أخطاء الكلمات.
- * مقياس تقويم الترجمة ذات الترتيب الواضح (Metric for Evaluation of Translation with Explicit Ordering (MRTEOR) وتأخذ الحشو والمرادفات بالاعتبار^(٢٠).

المراجع

- ١- ملديري لارسون، الترجمة والمعنى، دليل التكافؤ بين اللغات، ترجمة د. محمد محمد هليل، جامعة الكويت، الكويت، ط١، ٢٠٠٧.
- رمزي روجي البلبكي، ومنير البلبكي، معجم المصطلحات اللغوية، دار العلم للملايين، بيروت، ط١، ١٩٩٠.
- ٢- مروان البواب، الترجمة الآلية، محاضرة أقيمت في مجمع اللغة العربية بدمشق، ٢٨/١٠/٢٠١٥، ص١،
- ٣- موسوعة ويكيبيديا، مادة الترجمة الآلية، باللغة العربية
http://en.wikipedia.org/wiki/Machine_translation
- ٤- مروان البواب، ص٥.
- ٥- عمرو محمد فرج مذكور، الترجمة الآلية، مفهومها- مناهجها، نماذج تطبيقية في اللغة العربية، مجلة دار العلوم، العدد ٢٦، ديسمبر ٢٠١١، ص ص٨٩٣-٩٣٧
- ٦- محمود إسماعيل الصيني، الترجمة الآلية: التطورات الجديدة، من وقائع ندوة التعريب والحاسوب، الجمعية السورية للمعلوماتية، دمشق ١٩٩٦، ص ١٥١.
- ٧- عبدالله بن حمد الحميدان، مقدمة في الترجمة الآلية، مكتبة العبيكان، الرياض، ط١، ١٤٢١هـ/ ٢٠٠١م، ص٦٨.
- ٨- W. J. Hutchins, An Introduction to Machine Translation, Academic Press, London, 1992, Chapter 1.
- ٩- Hutchins

Daniel Stein, Machine Translation, Past, Present and Future, – ١٠
In Georg Rehm, Felix Sasaki, Daniel Stein & Andreas Witt
(eds.), Language technologies for a multilingual Europe: TC3 III,
5–17. Berlin: Language Science Press.

www.andover.com/machine-translation – ١١

١٢- ما هي تقنية الترجمة الآلية العصبونية وكيف تشكل مستقبل الترجمة الآلية؟
سمير سليم، في الذكاء الاصطناعي.

[https://www.arageek.com/tech/2018/06/20/neural-
machine-translation.html](https://www.arageek.com/tech/2018/06/20/neural-machine-translation.html)

<https://www.microsoft.com/en-us/translator/business/machine-translation/> – ١٤

١٥- مذكور، ص ٩٠٠.

١٦- راضية بن عربية، الترجمة الآلية في اللغة العربية، مركز مقديشو للبحوث
والدراسات، ٢٠١٨.

١٧- الندوة العامة الأولى، الترجمة الآلية، ص ٤٤.

١٨- مذكور، ص ٩٢٩.

١٩- صادق بسو، اللغة العربية والترجمة الآلية، الملتقى الوطني حول اللغة العربية
والترجمة، الجزائر، ديسمبر ٢٠١٧، ص ٦١-٦٧.

٢٠- Andover.

التعليقات والمناقشات

د. عرفات عوجان/ جامعة الأميرة سمية: شكر المتحدثين على ما قدماه، ودعا إلى توحيد الجهود بين اللغويين والحاسوبيين، ودعا إلى تفعيل التطبيقات الحاسوبية الأخرى تمهيداً للوصول إلى ترجمة دقيقة صحيحة.

الأستاذ هشام الدباغ: طلب الحصول على نسخ من الأبحاث لنشرها على مدى أوسع.

إحدى الحاضرات: استفسرت: هل يمكن أن تحل الآلة مكان الإنسان في الترجمة؟

رد د. محمد زكي خضر: الترجمة الآلية الحديثة تعتمد على الاستفادة من ترجمة البشر، وليست ابتكاراً جديداً، وليست بمعزل عن الأمور الإنسانية.

د. عبدالرحمن الكيلاني: شكر المتحدثين على ما قدماه، واستفسر: هل يمكن للترجمة الآلية أن ترتقي لتصبح ترجمة معنوية للنص؟ وهل يمكن إرشادنا إلى مواقع قدمت شيئاً في هذا الباب؟

رد د. محمد زكي خضر: أوضح أنه في الوقت الحاضر ما تزال الترجمة الآلية في قضايا إنسانية وفي قضايا علمية دقيقة بسيطة، والمتوقع أن تزداد دقة الترجمة في المستقبل بسبب تراكم الذخيرة اللغوية.

زياد الخطيب/ رئيس اللجنة الكهروتقنية الوطنية الأردنية: اقترح أن يتبنى المجمع مشاريع التخرج لطلاب السنة النهائية، خاصة طلاب كليات الهندسة وكليات تكنولوجيا المعلومات.

رد د.محمد زكي خضر: أيد مقترح السيد زياد الخطيب، وبين أن هناك مناقشة في
المجمع حول دعم المحتوى العربي. والمجمع مفتوح لمساعدة الطلبة.

إحدى الحاضرات: تساءلت: كيف يمكن ترجمة النصوص الشعرية في الترجمة الآلية؟

رد د.محمد زكي خضر: النصوص الشعرية بعيدة عن الترجمة الآلية في الوقت
الحاضر، والسبب أن الذخيرة اللغوية التي تحتاج إليها يجب أن تكون هائلة.