

Problemes lingüístics de la traducció automàtica entre l'anglès i el japonès

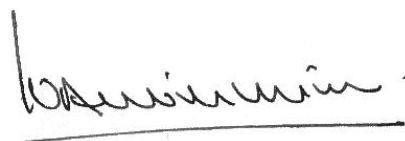
Autora: Anna Simon Montserrat

NIU: 1340888

Grau: Estudis d'anglès i català

Curs: 2016/2017

Tutor: Joaquim Llisteri



Anna Simon Montserrat

Índex de continguts

1. Introducció	3
2. La traducció automàtica	3
2.1 Definició de la traducció automàtica i principals tècniques emprades	4
2.1.1 La traducció automàtica	4
2.1.2 Principals tècniques de traducció automàtica	4
2.1.2.1 Traducció directa	5
2.1.2.2 Traducció basada en la transferència	5
2.1.2.3 Traducció basada en la <i>interlingua</i>	6
2.1.2.4 Traducció basada en corpus	6
2.1.2.4.1 Traducció basada en mètodes estadístics	6
2.1.2.4.2 Traducció basada en exemples	7
2.1.2.5 Traducció basada en sistemes híbrids	8
2.1.2.6 Traducció basada en xarxes neuronals.....	8
2.2 Sistemes de traducció automàtica avaluats	10
2.2.1 El sistema de traducció de Google	10
2.2.2 El sistema Bing de Microsoft.....	11
2.2.3 El sistema de traducció de SYSTRAN	12
2.2.4 El sistema de traducció de Weblio	13
3. Avaluació de la traducció automàtica	14
3.1 Sistema d'avaluació BLEU	14
3.2 Sistema d'avaluació de NIST.....	16
3.3 Sistema d'avaluació METEOR.....	16
4. Problemes lingüístics de la traducció del japonès a l'anglès	17
4.1 Fenòmens estudiats	17
4.1.1 L'ordre dels constituents majors de l'oració	17
4.1.2 La marca de temps de futur	18
4.1.3 La flexió de nombre	19
4.2 Metodologia	20
4.2.1 Corpus	20
4.2.1.1 Criteris de constitució del corpus	20
4.2.1.2 Descripció del corpus	20
4.2.2 Traducció.....	21

4.2.3	Avaluació automàtica.....	22
4.3	Resultats.....	23
4.3.1	L'ordre dels constituents majors de l'oració.....	23
4.3.2	La marca de temps de futur.....	24
4.3.3	La flexió de nombre.....	25
4.3.4	Valoració global.....	26
5.	Conclusions.....	27
6.	Bibliografia.....	29
Apèndix.....		34
	Apèndix 1: Corpus amb les frases en japonès, la transliteració i la traducció de referència.....	34
1.1	Ordre de constituents de l'oració.....	34
1.2	Marca de futur.....	34
1.3	Flexió de nombre.....	35
	Apèndix 2: Traduccions automàtiques dels sistemes de traducció.....	35
2.1	Ordre de constituents de l'oració.....	35
2.2	Marca de futur.....	36
2.3	Flexió de nombre.....	37
	Apèndix 3: Resultats de les avaluacions automàtiques mitjançant Asiya.....	38
3.1	Google.....	38
3.2	Bing.....	39
3.3	SYSTRAN.....	39
3.4	Weblio.....	40

1 Introducció

Les tecnologies lingüístiques han millorat considerablement gràcies als avenços informàtics dels últims anys. Entre aquestes, la traducció automàtica és una de les més utilitzades per usuaris arreu del món i, tot i així, és també una de les que presenta més problemes de qualitat. En aquest treball analitzaré les traduccions entre dos llengües especialment diferents, com són el japonès i l'anglès, realitzades per quatre sistemes de traducció automàtica, per tal de veure-hi les desigualtats, similituds i comparar-ne la qualitat.

Primerament, a l'apartat 2, faré una breu explicació de què és la traducció automàtica i quines són les principals tècniques emprades (2.1), seguida de la descripció dels traductors que s'utilitzaran en aquest estudi (2.2). A continuació, parlaré de l'avaluació de la traducció automàtica a l'apartat 3 i definiré els tres mètodes més utilitzats. A l'apartat 4 descriuré l'estudi realitzat: els fenòmens considerats (4.1), la metodologia emprada (4.2), i els resultats de l'experiment (4.3). Finalment, a l'apartat 5, presentaré una anàlisi global i les conclusions generals.

Per a les traduccions, he analitzat algunes de les diferències lingüístiques més rellevants entre l'anglès i el japonès, i utilitzaré frases que incloguin aquests problemes i que, possiblement, donin lloc a error. Específicament, es tracta l'ordre de constituents de l'oració, la marca de temps de futur i la flexió de nombre.

L'objectiu final del treball és determinar, pel que fa als tres problemes seleccionats, en quina mesura un usuari pot confiar en els traductors automàtics disponibles en línia per traduir entre dos llengües tan diferents com són el japonès i l'anglès.

2 La traducció automàtica

Els sistemes de traducció automàtica (TA) han utilitzat diversos mètodes que han anat evolucionant amb el transcurs dels anys, gràcies als avenços tecnològics. En aquest apartat es defineix la TA i les principals tècniques emprades, seguides de les descripcions dels quatre traductors utilitzats en l'estudi.

2.1 Definició de la traducció automàtica i principals tècniques emprades

2.1.1 La traducció automàtica

La traducció automàtica és una de les branques que formen part de la lingüística computacional. Específicament, és la que s'ocupa de la creació, el disseny i la implementació de programes d'ordinador per a la traducció de textos d'un idioma a un altre (Alonso, 2001). En l'àmbit de la traducció, la llengua de la qual es tradueix s'anomena "llengua d'entrada" o "llengua font" (*source language*), i la llengua a la qual es tradueix s'anomena "llengua de sortida" o "llengua de destí" (*target language*). Tot i així, no es tracta simplement de substituir paraules de manera literal, sinó que s'han de tenir en compte molts altres factors tals com la sintaxi i, sobretot, la semàntica. Un dels problemes més rellevants que té la traducció automàtica és la incapacitat d'incorporar el "coneixement del món", que permet, per exemple, resoldre les ambigüitats, siguin lèxiques (paraules amb més d'un significat) o sintàctiques. Les dues frases següents, extretes d'Alonso, (2007) mostren aquest problema:

- (1) Els pingüins poden nedar però no volen.
- (2) Els nens poden nedar però no volen.

Sintàcticament, (1) i (2) són frases pràcticament idèntiques, en les quals només canvia un element, però semànticament són molt diferents: a (1), el verb "volen" és una forma del verb "volar", en canvi, a (2), és una forma del verb "volar". Això ho sabem perquè tenim el coneixement que els pingüins són aus que no són capaces de volar, però sí que poden nedar; en el cas dels nens, seria improbable fer servir el verb "volar" en aquest context, ja que els nens no tenen cap capacitat per volar, ni s'esperaria d'ells que la tinguessin. Aquest tipus de coneixement és molt difícil d'incorporar als sistemes de traducció.

Per tal d'intentar resoldre aquests problemes, els programes de traducció automàtica utilitzen diverses aplicacions, com els analitzadors sintàctics, però moltes vegades no són suficients per suplir les deficiències pragmàtiques (Alonso, 2001, 2007).

2.1.2 Principals tècniques de traducció automàtica

Els sistemes clàssics de TA es classifiquen, principalment, en tres grans grups: la traducció directa, la traducció basada en la transferència i la traducció basada en la

interlingua (Alonso, 2007). A la Figura 1 es pot veure una representació de la relació entre els tres grups, tot i que els sistemes no són mai purament d'un tipus concret. A més d'aquests tres, també trobem sistemes com els basats en corpus, que inclouen els sistemes estadístics i els basats en exemples. Més recentment s'han desenvolupat sistemes híbrids i sistemes de xarxes neuronals, que ofereixen una qualitat de traducció molt més alta.

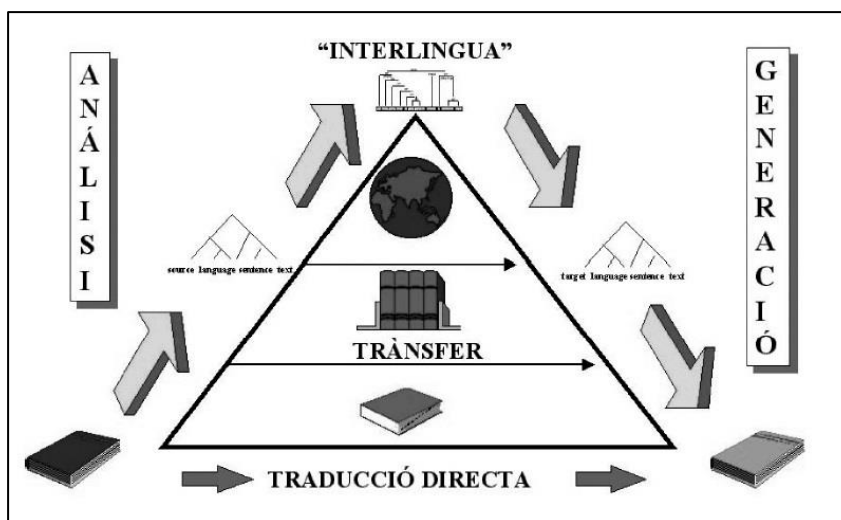


Figura 1: Representació dels tres tipus de sistemes clàssics de traducció automàtica, extreta d'Alonso (2007, p. 26).

2.1.2.1 Traducció directa

Els de traducció directa són els primers sistemes de TA que es van desenvolupar. Utilitzen grans lèxics monolingües i bilingües, però no realitzen una anàlisi sintàctica i, per tant, els resultats de la traducció acostumen a ser de baixa qualitat. Es tracta, precisament, de traduir paraula per paraula, cosa que, com ja he explicat, no és considerat exactament traducció automàtica (Alonso, 2007).

2.1.2.2 Traducció basada en la transferència

La traducció mitjançant la transferència també s'anomena "traducció basada en regles" (en anglès, *Rule-based Machine Translation*, RBMT). A diferència dels sistemes estadístics, les regles reflecteixen el coneixement lingüístic dels experts. La traducció per transferència consta de tres fases: anàlisi, transferència i generació.

En la fase d'anàlisi s'analitzen morfològicament i sintàcticament les paraules i l'oració, i amb aquesta informació es crea una estructura en forma d'arbre que conté els

constituents i la informació morfològica de les paraules. Això servirà per triar el lèxic adequat i fer els canvis estructurals corresponents a la llengua de destí.

En la fase de transferència es tria la traducció adequada en base a la informació que s'ha extret de la fase d'anàlisi, i, per últim, a la fase de generació, el sistema s'ocupa de realitzar una sèrie de canvis pertinents per a la llengua de destí com, per exemple, l'ordre de constituents corresponent o la flexió dels mots (Alonso, 2007).

2.1.2.3 Traducció basada en la *interlingua*

La traducció basada en la *interlingua* és un tipus de traducció que es fonamenta en la transferència, però en la que s'elimina la segona fase del procés. Les dades extretes de la fase d'anàlisi es representen en forma de xarxa semàntica, en la qual es mostren els trets semàntics de les paraules i les relacions entre constituents. Aquesta representació és l'anomenada *interlingua*, i elimina la necessitat de buscar la traducció de les paraules, ja que només cal generar una frase amb els significats de la representació interlingual. Tot i ser un sistema teòricament molt eficaç, presenta problemes a l'hora de desenvolupar-lo, principalment pel que fa a la representació semàntica i les relacions entre totes les paraules (Alonso, 2001).

2.1.2.4 Traducció basada en corpus

En la traducció basada en corpus es fan servir corpus bilingües paral·lels dels quals s'extreuen les dades per a la traducció. Hi trobem dos vessants diferents: la traducció basada en mètodes estadístics i la traducció basada en exemples.

2.1.2.4.1 Traducció basada en mètodes estadístics

En la traducció automàtica basada en mètodes estadístics (*Statistical Machine Translation*, SMT), s'utilitzen tècniques amb les quals la màquina és capaç d'aprendre. Un sistema estadístic de traducció automàtica està compost per un model de traducció, un model de llenguatge i un descodificador. El model de traducció conté les possibles traduccions en la llengua de destí d'una paraula de la llengua font, i el model de llenguatge les probabilitats amb les quals apareixen les paraules en context a la llengua de destí. El descodificador s'encarrega de trobar la traducció amb més possibilitats segons els models establerts (Lopez, 2008).

Entre els diferents models de traducció, trobem els basats en paraules (*word-based*), els basats en sintagmes (*phrase-based*), els basats en la sintaxi (*syntax-based*) i els basats en la jerarquia dels constituents (*hierarchical phrase-based*). Els models basats en la paraula tenen com a unitat de traducció el mot: es busquen les traduccions més probables de la paraula en el corpus de la llengua de destí. El problema que presenta aquest tipus de traducció és que les llengües gairebé mai tenen el mateix nombre de paraules per oració; hi ha mots que són purament funcionals en un idioma i que per tant no existeixen a l'altre i a la inversa. És per això que es necessita una categoria especial anomenada *null* que tingui en compte els casos en els quals s'ha d'eliminar o afegir una paraula. El cas més problemàtic es dona quan la traducció d'una paraula està formada per dues o més paraules a l'altra llengua, ja que es pot traduir en una direcció però no en la contrària (Koehn, 2010; Lopez, 2008).

Per aquest motiu, són més freqüents els sistemes basats en sintagmes, els quals tenen com a unitat de traducció un conjunt de paraules de qualsevol llargada, anomenat *phrase*. Això evita haver de crear una categoria *null*, i també permet analitzar paraules aïllades com un sintagma. Les traduccions finals són el resultat d'una reordenació de les paraules dins de la frase segons el model de la llengua de destí. Aquesta reordenació també és utilitzada pels models basats en la paraula. El problema que presenta la traducció basada en sintagmes és el fet que no és capaç de tractar oracions llargues (Lopez, 2008).

La traducció basada en la sintaxi soluciona aquest problema. Utilitzant el que s'anomena gramàtiques lliures de context simultànies (*synchronous context-free grammars*), que permeten incorporar coneixement sintàctic, es tradueix intentant mantenir els constituents lingüístics intactes (Lopez, 2008). Contràriament, els models basats en la jerarquia dels constituents no necessiten incloure cap sintaxi, sinó que utilitzen les traduccions del model basat en sintagmes per aprendre les regles jeràrquiques (Zollmann, Venugopal, Och, i Ponte, 2008), i aquestes regles representen constituents que es poden ordenar recursivament per a la traducció (Lopez, 2008).

2.1.2.4.2 Traducció basada en exemples

La traducció basada en exemples (*Example-based Machine Translation*, EBMT) és un sistema que utilitza els corpus bilingües paral·lels com a entrenament per a la

traducció: donada una oració, busca les similituds amb les frases d'exemple trobades al corpus. Gràcies a això, aprèn sobre l'estructura de la frase i, a més, la correspondència entre paraules de les dues llengües.

Per tal d'accelerar aquest procés, s'incorporen al sistema diccionaris i diccionaris de sinònims. Els diccionaris normalment inclouen oracions d'exemple per als verbs, de les quals es poden extreure les estructures argumentals. Els diccionaris de sinònims incorporen informació sobre les relacions de significat entre paraules: sinònims, antònims i relacions conceptuals. Amb això, el sistema és capaç de trobar les similituds entre la frase d'entrada i els exemples, i la paraula concreta corresponent en cada cas, que s'extreu de les relacions donades pel diccionari de sinònims.

Tot i això, quan es tracten dos llengües amb estructures completament diferents, com és en el cas d'aquest estudi, l'anglès i el japonès, no es pot realitzar una traducció només amb una anàlisi sintàctica de la llengua font. Per això es fa servir una variant de la traducció basada en exemples, anomenada traducció per analogia, en la qual s'integren diverses variacions de les frases d'exemple, i es busquen les que siguin anàlogues, és a dir, similars a la frase d'entrada. Per a aquests tipus de sistemes que realitzen un aprenentatge automàtic, és important introduir-hi dades sense processar. La informació donada es basarà en paraules, en exemples de com s'utilitzen i en les seves traduccions (Nagao, 1984).

2.1.2.5 Traducció basada en sistemes híbrids

Els sistemes híbrids combinen diversos models per tal de compensar les deficiències que presenta cadascun d'ells i combinar-ne els avantatges. Per aquesta raó també se'ls anomena "sistemes de motors múltiples" (*multi-engine system*). Principalment estan formats per sistemes estadístics o per sistemes basats en exemples combinats amb sistemes lingüístics com els basats en la transferència (vegeu l'apartat 2.1.2.2), els quals s'encarreguen de l'anàlisi sintàctica i morfològica (Hutchins, 2007) .

2.1.2.6 Traducció basada en xarxes neuronals

Amb aquest tipus de traducció, com en la traducció basada en exemples (vegeu l'apartat 2.1.2.4.2), també "s'entrena" el sistema per a que aprengui mitjançant les dades d'entrada. Les xarxes neuronals estan formades per blocs anomenats "neurons", que

estan constituïts per una sèrie de funcions matemàtiques. Per aquest motiu és necessari transformar el llenguatge en valors numèrics, la qual cosa s'aconsegueix mitjançant el que es coneix com a “immersió de paraules” (*word embedding*). Amb aquest procés es tracta de representar les paraules en forma de vectors, els quals “posicionen” la paraula dins un espai multi-dimensional. Les posicions relatives de les paraules entre sí codifiquen les relacions semàntiques entre els mots, cosa que el sistema aprèn automàticament mitjançant els corpus (Kelleher, 2016).

Per a la traducció, s'acostumen a utilitzar un tipus de xarxes anomenat “xarxes neuronals recurrents” (*Recurrent Neural Networks, RNN*) que són capaces de recordar dades que han “vist” anteriorment, és a dir, que tenen en compte paraules que ja han traduït per a futures traduccions.

Un sistema de traducció basat en xarxes neuronals consta de dues fases: una de codificació i una de descodificació. A la fase de codificació, les paraules en la llengua d'entrada es converteixen en vectors mitjançant una xarxa neuronal recurrent, que crea una representació de la seqüència de mots. La fase de descodificació recull la informació generada per la codificació i la transforma en la traducció de la frase d'entrada, paraula per paraula, mitjançant un model de llenguatge. La Figura 2 mostra un exemple del funcionament d'aquest tipus de traducció. La frase d'entrada és tractada començant pel final ja que s'ha demostrat que d'aquesta manera s'obtenen millors resultats. El sistema processa la frase paraula per paraula, incloent el símbol *<eos>* (*end of sentence*) que marca el final de l'entrada, passant-la pels vectors de la capa oculta (*hidden layer*, els nodes *h* de la Figura 2) de la xarxa neuronal recurrent. Fet això, s'envia la informació al descodificador (nodes *d*), el qual genera la traducció paraula per paraula fins arribar al símbol *<eos>* (Kelleher, 2016).

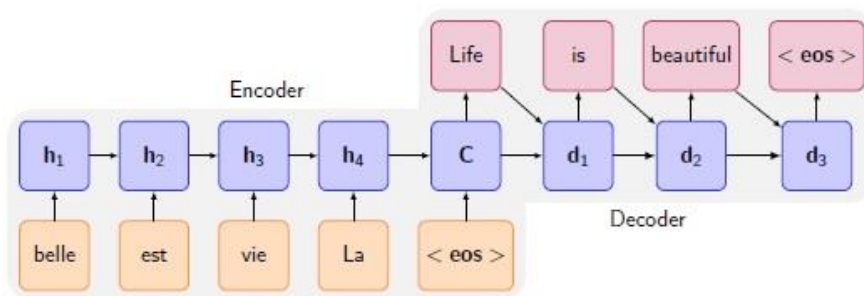


Figura 2: Traducció francès-anglès mitjançant una arquitectura de codificador-descodificador, extreta de Kelleher (2016, p. 13).

Aquest mètode de traducció té, però, diversos problemes: lentitud a l'hora d'entrenar el sistema, dificultat per tractar paraules poc comunes i incapacitat, de vegades, de traduir totes les paraules d'una frase, entre d'altres (Wu et al., 2016). A més, tal com succeeix en qualsevol sistema de traducció que faci servir corpus, trobarà més dificultat amb llengües que no disposin de corpus bilingües paral·lels prou amplis.

2.2 Sistemes de traducció automàtica avaluats

En aquest apartat es descriuen els quatre sistemes de traducció utilitzats en l'estudi: el de Google, el de Microsoft, el de SYSTRAN i el de Weblio, així com els mètodes de traducció que utilitzen i les seves característiques principals.

2.2.1 El sistema de traducció de Google

El traductor de Google (*Google Translate*) és un dels més utilitzats del mercat. Es tracta d'un traductor capaç de traduir no només text escrit, sinó també text en imatges, entre 103 llengües diferents (Turovsky, 2016).

El sistema va ser llançat el 28 d'abril de 2006 (Och, 2006) com un traductor basat en mètodes estadístics (*Statistical Machine Translation, SMT*; vegeu l'apartat 2.1.2.4.1), però al setembre de 2016 es va anunciar que passaria a funcionar mitjançant xarxes neuronals (*Neural Networks*; vegeu l'apartat 2.1.2.6), amb les quals disminuiria el nombre d'errors entre un 55 % i un 85 % (Le i Schuster, 2016). Al novembre del mateix any es va implementar, primerament entre parelles de nou llengües: anglès, francès, alemany, castellà, portuguès, xinès, japonès, coreà i turc (Turovsky, 2016). Aquest sistema també és capaç de traduir directament d'un idioma a un altre sense passar per l'anglès, com s'havia fet fins ara (Johnson et al., 2016).

El sistema de traducció automàtica neuronal de Google (*Google Neural Machine Translation, GNMT*) utilitza xarxes neuronals recurrents (vegeu l'apartat 2.1.2.6) de memòria a curt i a llarg termini (*Long-Short Term Memory*). Per tal de solucionar el problema que aquest tipus de traducció presenta amb les paraules poc freqüents, es tracten unitats més petites que la paraula (*sub-word units*) també anomenades “*wordpieces*”, les quals permeten analitzar les paraules tant en caràcters individuals com en paraules completes (Wu et al., 2016).

S'ha demostrat (Le i Schuster, 2016) que aquest tipus de traduccions presenten molt millors resultats que el sistema estadístic que el traductor feia servir anteriorment (vegeu la Figura 3).

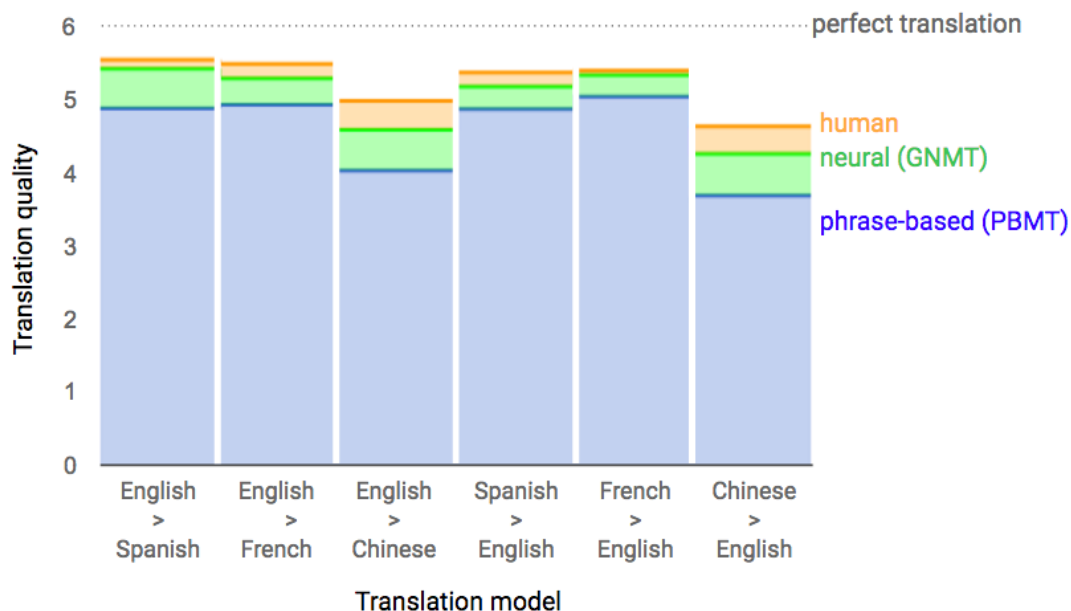


Figura 3: Comparació realitzada per persones de la qualitat de traducció de diferents sistemes. Els valors oscil·len entre el 0 i el 6, amb el 0 significat “traducció sense sentit” i el 6 significat “traducció perfecta”. Extreta de Le i Schuster, (2016).

La utilització d'un sistema únic per a traduir múltiples parelles de llengües presenta una simplificació important respecte als sistemes anteriors, en els quals era necessari crear un mòdul específic per a cada llengua. La diferència rau en afegir un identificador (*token*) artificial a la seqüència d'entrada per indicar la llengua de destí. Gràcies a aquest mètode, el mòdul es capaç d'aprendre a traduir entre parelles de llengües encara que no les hagués vist fins ara; aquesta tècnica s'anomena *zero-shot translation* (Johnson et al., 2016).

2.2.2 El sistema Bing de Microsoft

Entre la multitud de serveis que ofereix Microsoft, hi trobem un traductor automàtic gratuït anomenat Bing. Bing va ser posat en línia el setembre de 2007 amb el nom de *Windows Live Translator* i pot traduir fins a 61 llengües (març del 2017, Microsoft Translator, 2017a). A més, ofereix traduccions de pàgines web senceres mitjançant l'anomenat Visor Bilingüe (en anglès, *Bilingual Viewer*), el qual permet veure la pàgina original i la traduïda simultàniament.

De la mateixa manera que el traductor de Google, va començar com un sistema estadístic, però al novembre de 2016 es va convertir en un sistema basat en xarxes neuronals de memòria a curt i llarg termini (Microsoft Translator, 2016). Des de l'abril de 2017, s'han començat a utilitzar les xarxes neuronals per al japonès i per a totes les variants del xinès a totes les aplicacions de traducció de Microsoft, així com al traductor Bing (Microsoft Translator, 2017b).

Aquest mètode de traducció pren en consideració l'oració sencera, en comptes de només unes quantes paraules, com feien els traductors estadístics. Aquest fet provoca que el sistema sigui capaç d'extreure del context conceptes com el gènere gramatical o el nivell de formalitat del text, i escollir el lèxic pertinent per a la llengua de destí. D'aquesta manera, s'aconsegueix una traducció molt més fluida i més semblant a la que realitzaria una persona (Microsoft, 2017a, 2017b).

Actualment, Bing disposa d'un traductor que ofereix dues traduccions simultànies: la traducció amb el sistema estadístic utilitzat anteriorment i la traducció amb xarxes neuronals, amb el qual es pot comparar la diferència de qualitat entre els dos mètodes.

2.2.3 El sistema de traducció de SYSTRAN

SYSTRAN és un dels primers desenvolupadors de traducció automàtica que va aparèixer al mercat. L'empresa va ser fundada l'any 1968 (SYSTRAN, 2017), i ofereix els seus serveis a institucions com la Comunitat de Serveis d'Intel·ligència dels Estats Units i la Comissió Europea. També és el sistema de traducció utilitzat pels telèfons de Samsung, així com per diverses empreses internacionals. A més, disposa d'un traductor gratuït en línia.

SYSTRAN va ser el primer desenvolupador que va incorporar la traducció automàtica híbrida (vegeu l'apartat 2.1.2.5) l'any 2009 (Moran i Donlan, 2009), i també el pioner en introduir la traducció mitjançant xarxes neuronals (vegeu l'apartat 2.1.2.6), a l'agost de l'any 2016. El sistema de SYSTRAN s'anomena *Purely Neural Machine Translation* (PNMT) i utilitza les dades i recursos que l'empresa ha anat adquirint durant els seus 40 anys de serveis. Aquest tipus de traducció s'alimenta i aprèn de dades enriquides, així com també millora i s'enriqueix a mida que els usuaris ofereixen correccions a les traduccions (Bou, 2016a).

Per tal de tractar amb les paraules poc freqüents, cosa que és un dels principals problemes d'aquesta tècnica de traducció, combina les xarxes neuronals amb la base de dades terminològica de la que disposa l'empresa (Bou, 2016a).

A l'octubre de 2016 es va llençar una demostració en línia del nou sistema de traducció, el qual és capaç de traduir entre més de 45 parelles de llengües (Bou, 2016b). Estava previst incorporar aquest sistema a tots els motors de traducció de SYSTRAN a principis de l'any 2017.

2.2.4 El sistema de traducció de Weblio

Weblio és una web japonesa d'enciclopèdies en línia, que inclou actualment 666 diccionaris (Weblio, 2016a). Entre ells trobem diccionaris bilingües anglès-japonès, xinès-japonès i coreà-japonès, així com diccionaris d'indonesi, tailandès, vietnamita i de llengua de signes japonesa. A més, inclou diccionaris terminològics de tot tipus de camps tecnològics i científics.

La web es va obrir de forma preliminar al desembre de 2005, i oficialment el 25 de gener de 2006, amb 11 diccionaris (Mori, 2006). Al setembre de 2009 es va introduir el diccionari anglès-japonès, i al juny de 2012 es va incorporar el servei de traducció automàtica, el qual és capaç de traduir japonès-anglès, xinès-japonès, coreà-japonès i a la inversa (Weblio, 2016b). La web de Weblio, però, no ofereix informació sobre la tècnica de traducció automàtica utilitzada.

La pàgina de traducció de Weblio inclou diverses funcions: primerament, en el cas de paraules aïllades i expressions, si es troben coincidències amb alguna entrada de diccionari, mostra les traduccions més apropiades del text introduït, amb la possibilitat d'accedir a l'entrada de diccionari més detallada. A més, ofereix el resultat de la traducció automàtica, així com oracions d'exemple relacionades amb les paraules introduïdes. Per a textos més llargs, però, només estan disponibles la traducció automàtica i les oracions d'exemple. D'aquesta manera, és possible comprendre el significat general de l'oració, a més de poder buscar individualment les paraules per a una traducció més detallada (Weblio, s.d.).

3 Avaluació de la traducció automàtica

La traducció automàtica ha estat avaluada, tradicionalment, per persones. No es valora només la qualitat de la traducció en sí, sinó també l'adequació i la fluïdesa del text traduït. Tot i ser el tipus d'avaluació amb resultats més fiables, comporta una quantitat de temps que no és pràctica pels desenvolupadors de sistemes de TA. Davant la necessitat d'una estratègia d'avaluació de la traducció automàtica ràpida i eficient, i que sigui capaç d'avaluar independentment de l'idioma, es van idear els procediments automàtics d'avaluació.

Aquests sistemes mesuren la qualitat de la traducció automàtica en funció de la seva semblança amb una traducció realitzada per un professional, la qual s'anomena "traducció de referència". La similitud es calcula amb una mesura matemàtica que es coneix com a "mètrica" (en anglès, *metric*), i és necessari un corpus ben ampli de traduccions de referència per tal de garantir el millor resultat (Papineni, Roukos, Ward, i Zhu, 2002).

Els conceptes bàsics utilitzats en la valoració d'una traducció automàtica són la precisió, l'exhaustivitat, l'adequació i la fluïdesa. La precisió mesura la relació entre el nombre de seqüències de paraules coincidents respecte la llargada de la traducció avaluada, mentre que l'exhaustivitat la mesura respecte la llargada de la traducció de referència (Babych, 2014). L'adequació indica en quin grau la traducció expressa el contingut del text d'entrada, i la fluïdesa, fins a quin punt és natural la traducció en la llengua de destí (Koehn, 2010).

Els sistemes d'avaluació més utilitzats, que es descriuen a continuació, són BLEU (apartat 3.1), un dels primers que va sorgir, NIST (3.2), la seva versió millorada, i METEOR (3.3).

3.1 Sistema d'avaluació BLEU

BLEU (*BiLingual Evaluation Understudy*) és un dels primers sistemes d'avaluació automàtica que va aconseguir resultats d'una precisió elevada. Aquest mètode està basat en una modificació, per tal d'adequar-lo a les traduccions de textos, d'una mesura emprada per a avaluar el reconeixement automàtic de la parla: la taxa d'error per paraula o WER (*Word Error Rate*) (Duxans i Ruiz Costa-Jussà, 2012). Amb aquesta

tècnica es determina el grau de coincidència entre la traducció de referència i la traducció avaluada calculant la mitjana ponderada del nombre d'unitats coincidents (Papineni et al., 2002).

El sistema BLEU consisteix en comparar n -grames (seqüències de paraules de n elements) comuns al resultat de la traducció automàtica i a la traducció de referència; és a dir, es considera que com més gran sigui el nombre de paraules coincidents, més encertada serà la traducció. L'adequació i la fluïdesa es mesuren amb n -grames de diferents mides: una traducció serà adequada si utilitza les mateixes paraules (n -grames que consten únicament d'una paraula), i serà fluida si coincideixen n -grames de més extensió. Per tal d'augmentar la correcció de l'avaluació, s'utilitza l'anomenada "precisió d' n -grames modificada": es calcula el nombre total d'aparicions dels n -grames a la traducció de referència, per tal que els n -grames a la traducció que s'avalua no excedeixin aquest nombre. D'aquesta manera, s'eviten problemes com els de l'exemple (3), extret de Papineni et al., (2002, p. 2).

(3) Traducció avaluada: the the the the the the the.

Traducció de referència: The cat is on the mat.

En aquest exemple, la precisió convencional mesurada en unigrames (n -grames d'una paraula) seria 7/7, ja que comparant el mot "the" individualment, es trobaria una coincidència cada cop. Amb la precisió modificada, aquesta seria només de 2/7, pel fet que hi ha, com a màxim, dues coincidències del mot "the" a la traducció de referència (Papineni et al., 2002).

Un altre problema de l'avaluació mitjançant BLEU es troba a l'extensió de la traducció que s'ha d'avaluar. Suposant que la traducció de l'exemple anterior fos d'una llargada de dues paraules, seria avaluada com a correcta, fins i tot amb la precisió modificada. Per tal de solucionar això, s'afegeix una penalització per la brevetat: una traducció que tingui la mateixa longitud que una de les traduccions de referència rebria una penalització de 1.0, és a dir, seria la més coincident.

La mètrica de BLEU s'expressa mitjançant un valor numèric entre el 0 i l'1 –de manera que com més s'acosti a 1 el valor, més coincidents són la traducció de referència i l'avaluada–, o bé en un percentatge. Aquest sistema ha obtingut bons resultats en

comparació amb avaluacions humanes, i és un dels més utilitzats actualment (Papineni et al., 2002).

3.2 Sistema d'avaluació de NIST

El sistema del *National Institute of Standards and Technology* (NIST) dels Estats Units està basat en la mètrica de BLEU, però hi afegeix algunes millores: dona més pes als *n*-grames que són més informatius, és a dir, als que són menys freqüents. Per altra banda, modifica lleugerament la penalització per brevetat per tal de reduir l'impacte d'aquest factor en el cas de petites diferències d'extensió (Doddington, 2002).

S'ha demostrat que amb el mètode del NIST, en la majoria dels casos, s'obtenen millors resultats que utilitzant BLEU tant en adequació com en fluïdesa. A la Figura 4 es pot comprovar la comparació entre els dos sistemes.

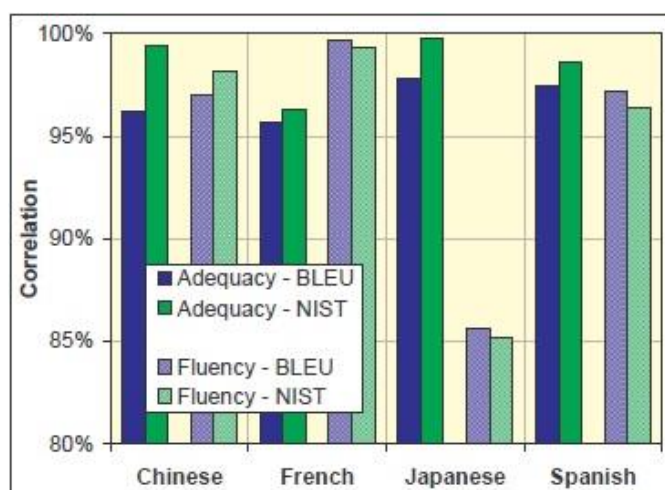


Figura 4: Comparació de la correlació entre les puntuacions de BLEU i NIST per corpus en quatre llengües (xinès, francès, japonès i castellà) extreta de Doddington, (2002, p. 5).

3.3 Sistema d'avaluació METEOR

El sistema METEOR (*Metric for Evaluation of Translation with Explicit ORdering*) va ser creat específicament per compensar les deficiències de BLEU, i es basa en la comparació d'unigrames entre el resultat de la traducció avaluada i la traducció de referència. No només compta com a encerts coincidències de paraules exactes, sinó també de paraules sinònimes o amb la mateixa arrel (Banerjee i Lavie, 2005).

A diferència de BLEU, METEOR no dona tant pes a la precisió calculada en funció dels *n*-grames coincidents, sinó a l'exhaustivitat (en anglès, *recall*). La precisió mesura

la proporció d'*n*-grames coincidents entre dues traduccions en relació amb el nombre total d'*n*-grames a la traducció avaluada, mentre que l'exhaustivitat mesura la proporció d'*n*-grames coincidents entre dues traduccions en relació al nombre d'*n*-grames a la traducció de referència; això reflecteix la quantitat de contingut de la traducció de referència present a la traducció avaluada. Un cop comparades, s'extreu una puntuació; en el cas d'haver-hi més d'una traducció de referència, s'avalua cadascuna individualment i s'escull el millor resultat.

METEOR realitza una alineació (en anglès, *alignment*) entre les dues seqüències de paraules i s'associa cada unigrama de la primera seqüència a un, o cap, unigrama de la segona. D'aquesta manera, cada paraula només estarà lligada, com a màxim, a una paraula de l'altra seqüència. Un cop obtinguda l'alineació, es calcula la precisió i l'exhaustivitat dels unigrames, i s'afegeix una penalització que depèn de la longitud dels segments coincidents amb la traducció de referència (Banerjee i Lavie, 2005).

Aquest sistema ha aconseguit millors resultats que BLEU i NIST, principalment per la importància donada al factor de l'exhaustivitat; el fet de no tenir-lo en compte és, de fet, el principal problema dels mètodes anteriors.

4 Problemes lingüístics de la traducció del japonès a l'anglès

La traducció automàtica entre llengües com l'anglès i llengües asiàtiques com el xinès o el japonès sempre s'ha trobat amb molts problemes donada la distància tipològica que les separa. En aquest apartat es tracten diferències entre l'anglès i el japonès que s'han considerat en aquest estudi: l'ordre dels constituents de l'oració, la marca de temps de futur i la flexió de nombre.

4.1 Fenòmens estudiats

4.1.1 L'ordre dels constituents majors de l'oració

La distinció fonamental entre l'anglès i el japonès rau en l'ordre bàsic dels constituents: l'anglès és una llengua subjecte-verb-objecte (SVO), és a dir, el subjecte es troba al principi de l'oració, seguit del verb i, després, de l'objecte. Les oracions en anglès estan formades per dues parts bàsiques: el subjecte i el predicat, els quals han d'estar constituïts, com a mínim, per un nom o pronom i un verb, respectivament.

El japonès, en canvi, és una llengua d'ordre bàsic subjecte-objecte-verb (SOV): el verb es troba al final de l'oració. La resta de constituents poden tenir un ordre més aviat lliure, tot i que el subjecte o tema (*topic*) de l'oració s'acostuma a trobar al principi. Contràriament a l'anglès, el japonès és una llengua de subjecte nul; l'únic constituent estrictament necessari per a formar una oració és el predicat. A més, els verbs en japonès no concorden amb el subjecte; per tant, no es pot deduir el subjecte per la forma del verb, ja que aquest darrer no varia ni en persona, ni en nombre, ni en gènere (Akiyama i Akiyama, 2002; Huddleston i Pullum, 2002).

Pel que fa a les oracions interrogatives, en anglès l'ordre dels constituents és alterat: el verb es mou cap al principi de l'oració, a vegades amb un auxiliar com *do* o *have*, o precedit per un element interrogatiu. En japonès, en canvi, l'ordre es manté intacte i només s'afegeix al final de l'oració la partícula interrogativa *ka* (Akiyama i Akiyama, 2002; Huddleston i Pullum, 2002).

En el cas dels verbs impersonals com “ploure”, l'anglès utilitza el pronom expletiu *it* (Leech, 2006), mentre que en japonès no hi ha pronom expletiu: “la pluja” és el subjecte i es fa servir el verb *furu* “caure”.

La manca de subjecte juntament amb la falta de concordança entre el subjecte i el verb en japonès causen que la traducció automàtica entre aquests dos idiomes sigui especialment problemàtica, ja que els traductors han de “crear” un subjecte que no es troba a l'oració.

4.1.2 La marca de temps de futur

El japonès és una llengua que no té un temps de futur com a tal, només conjuga els verbs en present i en passat; per a expressar el futur, s'utilitza la forma de present. Els altres usos del present són semblants als de l'anglès: accions no acabades o hàbits i estats (Akiyama i Akiyama, 2002).

L'anglès tampoc té un futur conjugat, però a diferència del japonès, utilitza auxiliars com *will*, tot i que també es fan servir les formes *be going* i, en alguns casos, la forma del present simple o continu (Huddleston i Pullum, 2002).

El temps de futur s'interpreta, en japonès, gràcies a adverbis de temps, però en cas de que no hi siguin presents, la frase serà ambigua: no es pot saber si es refereix al present

o al futur. Com qualsevol tipus d'ambigüïtat, això suposa un problema per a la traducció automàtica, i és molt possible que els sistemes tradueixin un present en anglès, en comptes del futur. Caldrà veure en quina mesura els adverbis de temps afecten les traduccions d'aquest tipus de frases.

4.1.3 La flexió de nombre

En japonès, els noms no tenen cap tipus de flexió de nombre; s'utilitza la mateixa forma tant si es tracta d'un element com de més d'un. En el cas de noms comuns que es refereixin a persones, tals com *hito* (persona) o *kodomo* (nen), es pot afegir el sufix de plural *tachi*, però no és obligatori (Akiyama i Akiyama, 2002).

Tot i això, per comptar elements es fan servir els anomenats “comptadors” o “classificadors”, que varien depenent de la forma, tipus o funció de l'objecte al que es refereixen. Aquests comptadors no són traduïbles, ja que només serveixen per identificar l'element que s'està comptant. Per exemple, els objectes enquadernats, com llibres o llibretes, es compten amb *satsu*, mentre que els objectes fins com el paper o la roba es compten amb *mai* (Akiyama i Akiyama, 2002). En anglès, en canvi, s'utilitzen simplement els nombres cardinals per numerar noms comptables, i s'afegeix *-s* o *-es* (amb els canvis ortogràfics corresponents) al nom com a norma general (Huddleston i Pullum, 2002).

A l'hora de traduir, és possible que els traductors automàtics tradueixin en singular una expressió en la que no hi hagi cap comptador. Als exemples (4) i (5) es mostra l'ambigüïtat d'una oració sense comptadors i una oració amb comptadors per contrastar.

(4) Hon o kaimashita.

llibre/llibres-PARTÍCULA de complement directe-comprar(PASSAT)

(Jo) He comprat un llibre. / (Jo) He comprat uns llibres.

(5) Hon o san-satsu kaimashita.

llibres-PARTÍCULA de complement directe-tres(COMPTADOR)-comprar(PASSAT)

(Jo) He comprat tres llibres.

La presència del comptador a l'exemple (5) fa que el nom “llibre” passi a ser semànticament un plural, però, morfològicament, la paraula no ha rebut cap tipus de modificació.

4.2 Metodologia

En aquest apartat es descriu la metodologia emprada en l'estudi: la creació del corpus (4.2.1), la traducció mitjançant els diferents sistemes de TA seleccionats (4.2.2), i l'avaluació automàtica utilitzant una aplicació de meta-avaluació (4.2.3).

4.2.1 Corpus

4.2.1.1 Criteris de constitució del corpus

He construït un corpus basat en els tres problemes mencionats a l'apartat 4.1 per tal que les frases que es fan servir per avaluar els sistemes de TA fossin prou representatives. Entre les frases hi ha parells mínims en els quals només canvia una paraula (per exemple, un adverbi de temps) per tal de comprovar el seu efecte en les traduccions. El corpus ha estat revisat per dues especialistes en l'ensenyament del japonès¹.

4.2.1.2 Descripció del corpus

El corpus, que es presenta sencer a l'apèndix 1, està dividit en tres blocs, segons el problema tractat: l'ordre dels constituents, la marca de futur i la flexió de nombre.

El bloc dissenyat per a avaluar els problemes de traducció derivats de l'ordre de constituents està format per 14 frases, en les quals hi ha casos de subjecte nul, oracions amb moviment d'objecte i inserció de Complement Indirecte, oracions contrastives (declarativa/interrogativa) i oracions impersonals. El nombre d'oracions representatives de cada fenomen es mostra a la Taula 1.

Fenomen	Nombre d'oracions
Subjecte nul	6
Moviment d'objecte	2
Inserció de Complement Indirecte	2
Contrast declarativa/interrogativa	2
Oracions impersonals	2

Taula 1: Distribució del corpus segons els problemes de traducció derivats de l'ordre de constituents.

¹ Agraïxo a les professores de japonès Alexandra Meseguer i M. Lourdes Porta de l'Escola Oficial d'Idiomes de Barcelona la seva ajuda en la revisió del corpus.

El bloc creat per a avaluar els problemes de traducció relacionats amb la marca de futur està compostat per 14 frases en les quals es compara, majoritàriament, l'efecte dels adverbis de temps en les oracions (vegeu la Taula Taula 2). Entre elles, algunes expressen una comparació entre hàbits i activitats futures, i a les altres simplement s'ha afegit un adverbi de temps. A més, també hi ha una oració especial amb la forma volitiva del japonès per tal de veure el contrast amb la resta.

Fenomen	Nombre d'oracions
Contrast hàbits/accions futures	7
Adició d'adverbis de temps	6
Forma volitiva	1

Taula 2: Distribució del corpus segons els problemes relacionats amb la marca de futur.

El bloc dedicat als problemes en la traducció de la flexió de nombre està format per 15 frases. Els fenòmens tractats (vegeu la Taula 3) són la comparació entre oracions amb comptadors i oracions sense comptadors, el moviment dels comptadors dins de l'oració i el contrast entre oracions amb el sufix de plural *tachi*.

Fenomen	Nombre d'oracions
Oracions amb/sense comptadors	6
Moviment de comptadors	5
Sufix de plural <i>tachi</i>	4

Taula 3: Distribució del corpus segons els problemes relacionats amb la flexió de nombre.

4.2.2 Traducció

El corpus s'ha traduït amb els traductors en línia descrits a l'apartat 2.2: el sistema de traducció de Google (Google, s.d.), el Traductor de Microsoft (Microsoft, s.d.), el de SYSTRAN (SYSTRAN, s.d.) i el de Weblio (Weblio, s.d.). Cada frase s'ha entrat individualment en cada sistema i s'han guardat el resultats en un document (vegeu l'apèndix 2) que recull les quatre traduccions a l'anglès juntament amb la frase original en japonès.

Per tal de poder valorar aquestes traduccions amb un sistema automàtic, es necessita una traducció de referència, la qual he fet jo mateixa. Aquesta traducció es troba a l'apèndix 1, amb el corpus de frases originals. A moltes de les oracions, el subjecte o

l'objecte es troben entre parèntesis; això simbolitza que a la frase original en japonès, aquest subjecte o objecte són nuls, és a dir, que el traductor automàtic els haurà de “crear”. Pel que fa al subjecte, els traductors tindran tendència a escollir la primera persona del singular, però en japonès podria tractar-se de qualsevol de les altres persones.

En alguns casos hi ha més d'una traducció possible, especialment al bloc de la flexió de nombre, en el qual les oracions sense comptadors poden traduir-se tant en singular com en plural. He escollit com a traducció de referència la frase en singular, ja que probablement sigui la manera com els traductors l'interpretin. Per a la marca de futur, he triat la forma del present continu quan a l'oració no hi apareix cap adverb de temps, i la forma *will* quan s'hi troba un adverb d'aquesta classe.

El traductor de Weblío, a més de la traducció automàtica, en algunes ocasions també presenta frases d'exemple o entrades de diccionari que coincideixen exactament amb la paraula o frase introduïda; per a les avaluacions he escollit només la frase resultat de la traducció automàtica. A l'apèndix 2, les traduccions de Weblío estan marcades amb “TA” en el cas de traducció automàtica, “DIC” quan es tracta d'una entrada de diccionari i “EX” si és una frase d'exemple.

4.2.3 Avaluació automàtica

L'avaluació automàtica s'ha dut a terme mitjançant l'aplicació en línia *Asiya* («*Asiya: An open toolkit for automatic machine translation (meta-)evaluation*», s.d.; González, Giménez, i Márquez, 2012), que permet calcular els valors de les mètriques obtingudes amb els mètodes d'avaluació descrits a l'apartat 3.

La interfície d'*Asiya* permet introduir el corpus de dues maneres diferents: o bé escrivint-lo manualment a les caixes de text corresponents a la font, a la traducció de referència i a la traducció que s'avalua, o bé carregant un arxiu de text per a cadascun dels tres elements, com es veu a la Figura 5. Per tal que *Asiya* pugui avaluar les traduccions, és estrictament necessari que hi hagi el mateix nombre de frases a la font, a la referència i a les traduccions per a avaluar, tant si són introduïts a les caixes de text com si es fa mitjançant documents amb tot el corpus. Es poden escollir diverses mètriques d'avaluació, entre les quals es troben BLEU, NIST i METEOR.

Figura 5: Interfície del sistema Asiya (http://asiya.cs.upc.edu/demo/asiya_online.php).

Un cop introduïts o carregats els tres textos i escollida la llengua d'entrada i de sortida, Asiya retornarà els valors en les mètriques d'avaluació seleccionades. Per a aquest estudi, vaig utilitzar Asiya amb el navegador Google Chrome al sistema operatiu Windows 8, creant els fitxers del corpus en format .txt amb el programa “Llibreta” del sistema, i seleccionant les mètriques BLEU, NIST i METEOR-ex.

4.3 Resultats

Els resultats obtinguts amb Asiya s'han guardat en un document, presentat a l'apèndix 3. A més de l'avaluació automàtica, que és de naturalesa quantitativa, també he realitzat una valoració qualitativa basada en els canvis lingüístics més significatius. En els següents apartats es presenten els resultats per a cada classe de problema.

4.3.1 L'ordre dels constituents majors de l'oració

Les traduccions obtingudes es mostren a l'apèndix 2.1 i, el primer que es pot observar, és que el principal problema en l'ordre de constituents rau en el fet que, com ja s'ha explicat a l'apartat 4.1.1, el japonès és una llengua de subjecte nul. En casos com el de la frase *ikimasu* (vaig), que pot servir com a oració perfectament gramatical en japonès, però que també equival a l'expressió formal del verb *iku* (anar), en les traduccions de Google i de Bing simplement apareix el verb en infinitiu. També s'observa aquest problema en el cas de l'oració *jisho desu* (és un diccionari), que en ser

una frase amb predicat copulatiu, necessitaria el pronom expletiu *it* en anglès (*it is a dictionary*). Aquesta frase només l'ha traduït correctament Weblio; a les traduccions de Bing (*dictionary*) i de SYSTRAN (*is a dictionary*) falta el subjecte, i a la de Google el subjecte és incorrecte (*I am a dictionary*).

Els traductors no presenten problemes quan es tracta d'oracions amb l'ordre bàsic SOV: el tradueixen correctament a SVO. Tot i això, a l'oració que conté el verb *kuremashita* (del verb *kureru*), un verb que, en el seu significat, porta implícit un complement indirecte “a mi”, els sistemes de TA no han afegit aquest complement a la traducció.

També cal mencionar que quan l'oració conté un sufix honorífic com *san*, una forma de respecte que vol dir “senyor” o “senyora”, alguns traductors l'han traduït com a “Mr.” o “Ms.” en alguns dels casos, però no en tots.

Segons l'avaluació global d'Asiya per al corpus centrat en problemes d'ordre de constituents, (vegeu la Taula 4), SYSTRAN és el sistema que ofereix el millor resultat en les tres mètriques considerades, i Bing el que mostra els resultats més baixos. Google i Weblio donen millors o pitjors resultats en funció de la mètrica que es tingui en compte.

Sistema	BLEU	NIST	METEOR
Google	0,6374	4,5426	0,4701
Bing	0,4256	4,0337	0,3292
SYSTRAN	0,6985	4,8188	0,4832
Weblio	0,5914	4,7898	0,4357

Taula 4: Resultats d'Asiya per al corpus per avaluar problemes relacionats amb l'ordre de constituents.

4.3.2 La marca de temps de futur

Pel que fa a la marca de futur, els resultats han sigut força variats, com es pot comprovar a l'apèndix 2.2. Weblio té tendència a utilitzar el present simple per a hàbits i per a oracions sense adverbi de temps, i *will* a les oracions amb adverbi de temps. En les traduccions de Bing, en canvi, apareix la forma del present continu en la majoria dels casos, excepte a les frases que corresponen a descripcions explícites d'hàbits. SYSTRAN és el sistema que més s'acosta a les traduccions de referència: present

continu a les oracions sense adverbis de temps, i forma auxiliar *will* a les oracions que el porten.

En el cas de la frase amb forma volitiva que he afegit per comparar-la amb les oracions amb i sense adverbis (*watashi wa shôrai isha ni naritai to omotteimasu / I'd like to become a doctor in the future*), els traductors s'han comportat de la següent manera: a l'oració amb adverbis de temps, tots han afegit l'auxiliar *will*; quan no apareix l'adverbi, Google i Bing han fet servir *will* també, mentre que en les traduccions de SYSTRAN i de Weblio es troba el present simple. La forma volitiva s'ha traduït com a *I am thinking to* (Google), *I hope to* (Bing) i *I want to* (SYSTRAN i Weblio).

Segons l'anàlisi d'Asiya, SYSTRAN és, un altre cop, el sistema que dona els millors resultats en el corpus per a avaluar els problemes relacionats amb la marca de futur en les tres mètriques calculades, seguit de Google. Bing és superior a Weblio en els valors de BLEU i de NIST, però en els de METEOR és inferior per una petita diferència (vegeu la Taula 5).

Sistema	BLEU	NIST	METEOR
Google	0,4778	4,3175	0,3582
Bing	0,3884	3,8117	0,2922
SYSTRAN	0,5433	4,5147	0,3701
Weblio	0,2765	3,6053	0,3004

Taula 5: Resultats d'Asiya per al corpus per a avaluar els problemes relacionats amb la marca de futur.

4.3.3 La flexió de nombre

Les traduccions de les oracions amb fenòmens relacionats amb la flexió de nombre, recollides a l'apèndix 2.3, són les que han presentat menys problemes: en tots els traductors s'han traduït els comptadors correctament i, en cas d'absència de comptador o de sufix de plural, les oracions s'han traduït en singular. Les més problemàtiques han sigut les frases amb moviment de comptador (*tomodachi to futari de asobimashita / I played with a friend (the two of us)*), que, a més, tenen la dificultat afegida d'incorporar un objecte animat (persones). En aquest cas, tres dels traductors han traduït en plural la frase sense comptadors (*tomodachi to asobimashita / I played with a friend/friends*), contràriament al que caldria esperar, excepte Weblio, que l'ha traduït en singular.

Tot i així, l'alta qualitat de les traduccions també es mostra a l'avaluació automàtica d'Asiya. En el cas de BLEU i METEOR, que poden tenir un valor màxim d'1, els valors obtinguts estan a prop del 0,5; a BLEU fins i tot el superen. Com es mostra a la Taula 6, Weblio és el sistema que millor ha tractat la flexió de nombre, seguit per Bing, SYSTRAN i, per últim, Google.

Sistema	BLEU	NIST	METEOR
Google	0,5573	4,3353	0,425
Bing	0,6806	4,5642	0,4489
SYSTRAN	0,5841	4,3837	0,4237
Weblio	0,7037	4,8577	0,4734

Taula 6: Resultats d'Asiya per al corpus per avaluar els problemes relacionats amb la flexió de nombre

4.3.4 Valoració global

Els quatre sistemes de traducció automàtica avaluats són capaços de traduir correctament, fins a un cert punt, la majoria de fenòmens estudiats sempre i quan les oracions siguin simples i estiguin formades seguint l'ordre bàsic de constituents propis del japonès.

A la Taula 7 es mostra el resultat d'avaluar el corpus sencer amb l'eina automàtica Asiya. SYSTRAN és, com hem vist a dos dels tres resultats anteriors, el sistema que proporciona valors més elevats en les tres mètriques considerades, seguit de Google. Segons els valors calculats per a NIST i METEOR, Weblio és millor que Bing, però si es tenen en compte els valors de BLEU, el traductor de Microsoft tindria una qualitat lleugerament superior.

Sistema	BLEU	NIST	METEOR
Google	0,5423	5,3835	0,4128
Bing	0,4868	5,0365	0,3513
SYSTRAN	0,6038	5,6063	0,4216
Weblio	0,4851	5,2507	0,3897

Taula 7: Resultats de l'avaluació del corpus sencer amb Asiya.

Tot i això, també cal tenir en compte que en casos de diferències en contraccions, com, per exemple, 'm i am, o 'll i will, els sistemes automàtics d'avaluació poden

comptar-les com a errors i baixar la puntuació quan, en realitat, la traducció és totalment correcta.

S'ha de tenir present que les mètriques utilitzades en avaluacions automàtiques tenen les seves limitacions, sobretot NIST: no és clar quin és l'abast d'aquesta mètrica, mentre que amb BLEU i METEOR, el valor màxim (és a dir, la traducció avaluada és idèntica a la de referència) és 1 (Culy i Riehemann, 2003). Les avaluacions de BLEU i NIST es comporten de manera oposada davant la pregunta següent: “quin nivell d'importància es dona a l'elecció correcta de paraules, i quina importància es dona a l'ordre correcte de les paraules?”. BLEU dona molt més pes a l'ordre de les paraules, i no tant a les paraules aïllades coincidents, mentre que NIST gairebé no té en compte l'ordre (Zhang, Vogel, i Waibel, 2004).

Per tal de poder interpretar correctament els resultats d'una anàlisi automàtica s'han de tenir en compte les limitacions i els problemes que presenten aquestes mètriques.

5 Conclusions

Els sistemes de traducció automàtica actuals utilitzen una tècnica basada en xarxes neuronals; en tractar-se d'un mètode recurrent i auto-aprenent, és molt difícil proposar millores des d'un punt de vista lingüístic. Com he explicat a l'apartat 2.1.2.6, les xarxes neuronals depenen de corpus per realitzar les seves traduccions; per tant, una de les maneres de millorar el sistema seria ampliant-ne la cobertura. Per una altra banda, introduir tècniques que solucionin problemes lingüístics per a certes llengües també podria ajudar a reduir el nombre d'errors.

En el cas del japonès, el principal problema pel que fa a l'ordre de constituents és el subjecte nul: l'única manera d'identificar-lo és mitjançant el context. Si la frase és fora de context, els traductors automàtics introduiran un subjecte de primera persona del singular en gairebé la totalitat dels casos, com s'ha vist en aquest treball. Per tal d'evitar subjectes erronis, és recomanable especificar el subjecte amb, per exemple, un pronom, tot i que això impliqui editar prèviament el text en llengua font per millorar la qualitat de la traducció. Aquest procés s'anomena preedició (*pre-editing*), i consisteix en preparar el text per a la traducció per tal d'evitar construccions que puguin donar lloc a

traduccions errònies. S'ha demostrat (Mercader-Alarcón i Sánchez-Martínez, 2016) que amb textos editats prèviament, la taxa d'error per paraula disminueix considerablement. Aquest mètode, combinat amb la post-edició, que consisteix en corregir els errors del text resultant, pot augmentar notablement la qualitat de les traduccions automàtiques sense haver de modificar el sistema.

Els problemes amb la marca de futur es poden evitar si s'utilitzen els adverbis de temps pertinents, ja que s'ha mostrat que els traductors automàtics tenen més possibilitats de traduir les oracions que presenten adverbis amb un verb en forma de futur. En el cas dels hàbits i d'altres usos del present, és gairebé segur que, al menys en funció dels resultats obtinguts per al corpus emprat en aquest treball, els sistemes realitzaran una traducció correcta.

La flexió de nombre no presenta, en el corpus analitzat, cap dificultat si a la frase es troben comptadors que indiquin la quantitat; en el cas de quantitats indefinides, però, no hi ha cap manera d'especificar-les. Segons els exemples estudiats, els sistemes de TA traduiran en singular, en la majoria dels casos, les oracions sense comptadors o sense sufix de plural.

L'objectiu d'aquest estudi era comprovar si, i en quina mesura, un usuari pot confiar en la traducció automàtica del japonès a l'anglès en els quatre sistemes avaluats. La resposta és afirmativa, si més no pel que fa als tres fenòmens estudiats, sempre i quan hi hagi una tasca prèvia d'edició del text d'entrada. El japonès és un idioma que només té concordança en casos molt poc freqüents i, per tal d'aconseguir traduccions el més precises possible, s'ha d'especificar tota la informació que es pugui; així s'evita que els traductors automàtics hagin de "suposar" i crear paraules a partir d'un context inexistent.

6 Bibliografia

- Akiyama, N. i Akiyama, C. (2002). *Japanese grammar* (2n ed.). New York, NY: Barron's Educational Series.
- Alonso, J. A. (2001). La traducció automàtica. A M. A. Martí (Ed.), *Les tecnologies del llenguatge* (pp. 86-119). Barcelona: Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya.
- Alonso, J. A. (2007). Els sistemes de traducció automàtica. *Llengua i ús. Revista tècnica de política lingüística*, 38, 23-32. Consultat a <http://www.raco.cat/index.php/LlenguaUs/article/view/128280>
- Asiya: An open toolkit for automatic machine translation (meta-)evaluation. (s.d.). Barcelona: TALP - Centre de Tecnologies i Aplicacions del Llenguatge i de la Parla, Universitat Politècnica de Catalunya. Consultat a http://asiya.cs.upc.edu/demo/asiya_online.php
- Babych, B. (2014). Automated MT evaluation metrics and their limitations. *Tradumàtica*, 12, 464-470. Consultat a <http://revistes.uab.cat/tradumatica/article/view/n12-babych>
- Banerjee, S. i Lavie, A. (2005). METEOR: An automatic metric for MT evaluation with improved correlation with human judgments. *A Proceedings of the ACL 2005 Workshop on Intrinsic and Extrinsic Evaluation Measures for Machine Translation and/or Summarization* (pp. 65-72). Ann Arbor, MI, USA. June 29, 2005. Consultat a <http://aclweb.org/anthology/W05-0909>
- Bou, G. (2016a, 17 d'octubre). SYSTRAN: 1st software provider to launch a Neural Machine Translation engine in more than 30 languages. Comunicat de premsa de Systran. Consultat a <http://www.systransoft.com/download/press-releases/systran-pr-1st-software-provider-to-launch-a-neural-machine-translation-engine-in-more-than-30-languages-2016-10-17.pdf>
- Bou, G. (2016b, 20 de desembre). SYSTRAN Pure Neural™ Machine Translation: first positive customer feedback! Applications available early 2017. Comunicat de premsa de Systran. Consultat a <http://www.systran.es/download/press-releases/systran-pr-systran-pnmt-first-positive-customer-feedback-applications->

available-early-2017.pdf

Culy, C. i Riehemann, S. Z. (2003). The limits of n-gram translation evaluation metrics. *A Proceedings of MT Summit IX*. New Orleans, USA. September 23-27, 2003.

Consultat a <http://www.mt-archive.info/MTS-2003-Culy.pdf>

Doddington, G. (2002). Automatic evaluation of machine translation quality using n-gram co-occurrence statistics. *A Proceedings of the Second International Conference on Human Language Technology Research (HLT)* (pp. 138-145). San Francisco, CA: Morgan Kaufmann.

Duxans, H. i Ruiz Costa-Jussà, M. (2012). *Reconeixement automàtic de la parla*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.

González, M., Giménez, J. i Màrquez, L. (2012). A graphical interface for MT evaluation and error analysis. *A Proceedings of the 50th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. System demonstrations* (pp. 139-144). Jeju Island, Korea. July 8-14, 2012. Consultat a <http://anthology.aclweb.org/P/P12/P12-3024.pdf>

Google. (s.d.). Traductor de Google. Consultat a <https://translate.google.com>

Huddleston, R. i Pullum, G. K. (2002). *The Cambridge grammar of the English language*. Cambridge: Cambridge University Press.

Hutchins, J. W. (2007). Machine translation: A concise history. *Journal of Translation Studies*, 13(1-2), 29-70. Consultat a <http://www.hutchinsweb.me.uk/CUHK-2006.pdf>

Johnson, M., Schuster, M., Le, Q. V, Krikun, M., Wu, Y., Chen, Z., ... Dean, J. (2016, 14 de novembre). Google's multilingual neural machine translation system: Enabling zero-shot translation. *arXiv:1611.04558 [cs.CL]*. Consultat a <http://arxiv.org/abs/1611.04558>

Kelleher, J. D. (2016). Fundamentals of machine learning for neural machine translation basic building blocks: Neurons. *A Translating Europe Forum 2016: Focusing on Translation Technologies*. Brussels, Belgium. October 27-28, 2016. <https://doi.org/10.21427/D78012>

- Koehn, P. (2010). *Statistical machine translation*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815829>
- Le, Q. V i Schuster, M. (2016, 27 de setembre). A neural network for machine translation, at production scale. *Google Research Blog*. Consultat a <https://research.googleblog.com/2016/09/a-neural-network-for-machine.html>
- Leech, G. (2006). *A glossary of English grammar*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Lopez, A. (2008). Statistical machine translation. *ACM Computing Surveys*, 40(3), 1-49. <https://doi.org/10.1145/1380584.1380586>
- Mercader-Alarcón, J. i Sánchez-Martínez, F. (2016). Analysis of translation errors and evaluation of pre-editing rules for the translation of English news texts into Spanish with Lucy LT. *Tradumàtica*, 14, 172-186. Consultat a <http://revistes.uab.cat/tradumatica/article/view/164>
- Microsoft. (s.d.). Traductor de Microsoft. Consultat a <https://www.bing.com/translator>
- Microsoft. (2017a). Neural network translation. *Machine Translation*. Consultat a <https://www.microsoft.com/en-us/translator/mt.aspx#nnt>
- Microsoft. (2017b). What is a neural network based translation? *Translator Help Articles, Microsoft Translator*. Consultat a <https://translator.microsoft.com/help/articles/neural/>
- Microsoft Translator. (2016, 16 de novembre). Microsoft Translator launching neural network based translations for all its speech languages. *Microsoft Translator blog*. Consultat a <https://blogs.msdn.microsoft.com/translation/2016/11/15/microsoft-translator-launching-neural-network-based-translations-for-all-its-speech-languages/>
- Microsoft Translator. (2017a, 28 de març). Microsoft announces Bangla, the latest language supported by Microsoft Translator. *Microsoft Translator blog*. Consultat a <https://blogs.msdn.microsoft.com/translation/2017/03/28/microsoft-announces-bangla-the-latest-language-supported-by-microsoft-translator/>

- Microsoft Translator. (2017b, 19 d'abril). Microsoft Translator apps switch all Chinese and Japanese language translations to neural network technology. *Microsoft Translator blog*. Consultat a <https://blogs.msdn.microsoft.com/translation/2017/04/19/microsoft-translator-apps-switch-all-chinese-and-japanese-language-translations-to-neural-network-technology/>
- Moran, J. i Donlan, B. (2009, 3 de juny). SYSTRAN Introduces hybrid machine translation solution for enterprises. Comunicat de premsa de Systran. Consultat a <http://www.systransoft.com/systran/news-and-events/press-release/hybrid-machine-translation-solution-for-enterprises/>
- Mori, Y. (2006). プレスリリース. Consultat a <http://www.weblio.jp/company/pr/20060125.jsp>
- Nagao, M. (1984). A framework for a mechanical translation between Japanese and English by analogy principle. *A Proceedings of the international NATO symposium on Artificial and human intelligence* (pp. 173-180). New York, NY: Elsevier North-Holland. Consultat a <http://www.mt-archive.info/Nagao-1984.pdf>
- Och, F. (2006, 28 d'abril). Statistical machine translation live. *Google Research Blog*. Consultat a <https://research.googleblog.com/2006/04/statistical-machine-translation-live.html>
- Papineni, K., Roukos, S., Ward, T. i Zhu, W.-J. (2002). BLEU: a method for automatic evaluation of machine translation. *A Proceedings of the 40th Annual Meeting on Association for Computational Linguistics* (pp. 311-318). Philadelphia, PA, USA. July 7-12, 2002. Consultat a <http://aclweb.org/anthology/P02-1040>
- SYSTRAN. (s.d.). Pure NeuralTM Machine Translation demonstrator. Consultat a <https://demo-pnmt.systran.net>
- SYSTRAN. (2017). SYSTRAN: 40 años de innovación en TA. *Tecnología, Acerca de SYSTRAN, SYSTRAN*. Consultat a <http://www.systran.es/systran/tecnologia-de-traduccion/systran-40-anos-de-innovacion-en-ta/>
- Turovsky, B. (2016, 15 de novembre). Found in translation: More accurate, fluent

sentences in Google Translate. *The Keyword, Google blog*. Consultat a <https://blog.google/products/translate/found-translation-more-accurate-fluent-sentences-google-translate/>

Weblio. (s.d.). Weblio 翻訳. Consultat a <http://translate.weblio.jp/>

Weblio. (2016a). Weblio 登録辞書一覧. Consultat a http://www.weblio.jp/info/dict_list.jsp

Weblio. (2016b). 沿革. Consultat a <https://www.weblio-inc.jp/wordpress/company/history/>

Wu, Y., Schuster, M., Chen, Z., Le, Q. V, Norouzi, M., Macherey, W., ... Dean, J. (2016, 8 d'octubre). Google's neural machine translation system: Bridging the gap between human and machine translation. *arXiv:1609.08144 [cs.CL]*, pp. 1-23. Consultat a <http://arxiv.org/abs/1609.08144>

Zhang, Y., Vogel, S. i Waibel, A. (2004). Interpreting Bleu/NIST scores: How much improvement do we need to have a better system? A *LREC 2004. Proceedings of the 4th International Conference on Language Resources and Evaluation*. Lisbon, Portugal. May 26-28, 2004. Consultat a <http://www.lrec-conf.org/proceedings/lrec2004/pdf/755.pdf>

Zollmann, A., Venugopal, A., Och, F. J. i Ponte, J. M. (2008). A systematic comparison of phrase-based, hierarchical and syntax-augmented statistical MT. A *Proceedings of the 22nd International Conference on Computational Linguistics (Coling 2008)* (pp. 1145-1152). Manchester, UK. August 18-22, 2008. Consultat a <http://aclweb.org/anthology/C/C08/C08-1144.pdf>

Apèndix

Apèndix 1: Corpus amb les frases en japonès, la transliteració i la traducció de referència

1.1 Ordre de constituents de l'oració

JAPONÈS	TRANSLITERACIÓ	ANGLÈS
行きます	Ikimasu	(I) am going
今行きます	Ima ikimasu	(I) am going now
マリさんがジョンさんにリンゴをあげました	Mari san ga Jon san ni ringo o agemashita	Mari gave John an apple
そのリンゴはマリさんがくれました	Sono ringo wa Mari san ga kuremashita	Mari gave (me) that apple/ That apple, Mari gave it (to me)
私は手紙を出しました	Watashi wa tegami o dashimashita	I sent a letter
私はお母さんに手紙を出しました	Watashi wa okaasan ni tegami o dashimashita	I sent a letter to my mother
斉藤さんは日本人です	Saitô san wa nihonjin desu	Saito is Japanese
斉藤さんは日本人ですか	Saitô san wa nihonjin desuka	Is Saito Japanese?
何を食べましたか	Nani o tabemashita ka	What did (you) eat?
ラーメンを食べました	Ramen o tabemashita	(I) ate ramen
雨が降っています	Ame ga futteimasu	It's raining
昨日雪が降りました	Kinou yuki ga furimashita	It snowed yesterday
あの赤い本は何ですか	Ano akai hon wa nandesuka	What is that red book?
辞書です	Jisho desu	(It) is a dictionary

1.2 Marca de futur

JAPONÈS	TRANSLITERACIÓ	ANGLÈS
映画に行きます	Eiga ni ikimasu	(I) will go to the movies
明日は映画に行きます	Ashita wa eiga ni ikimasu	Tomorrow, (I) will go to the movies
毎週映画に行きます	Maishuu eiga ni ikimasu	(I) go to the movies every week (habit)
毎朝 8時に起きます	Maiasa hachiji ni okimasu	(I) wake up at 8 every morning
明日 8時に起きます	Ashita hachiji ni okimasu	Tomorrow (I) will wake up at 8
私は酒を飲みません	Watashi wa sake wo nomimasen	I don't drink alcohol (habit)
今夜は酒を飲みません	Kon'ya wa sake o nomimasen	(I) won't drink alcohol tonight
東京に引っ越します	Tôkyô ni hikkoshimasu	(I) am moving to Tokyo/ (I) will move to Tokyo
来月東京に引っ越します	Raigetsu Tôkyô ni hikkoshimasu	(I) will move to Tokyo next month

私はイタリアへ行きます	Watashi wa Itaria he ikimasu	I will go to Italy/ I am going to Italy
私は今年の夏休みにイタリアへ行きます	Watashi wa kotoshi no natsuyasumi ni Itaria he ikimasu	I will go to Italy during this year's summer holidays
私は医者になります	Watashi wa isha ni narimasu	I will become a doctor
私は将来医者になります	Watashi wa shôrai isha ni narimasu	I will become a doctor in the future
私は将来医者になりたいと思っています	Watashi wa shôrai isha ni naritai to omotteimasu	I'd like to become a doctor in the future

1.3 Flexió de nombre

JAPONÈS	TRANSLITERACIÓ	ANGLÈS
本を買いました	Hon o kaimashita	(I) bought a book/some books
本を三冊買いました	Hon o sansatsu kaimashita	(I) bought three books
映画を見ました	Eiga o mimashita	(I) watched a movie/some movies
映画を五本見ました	Eiga o gohon mimashita	(I) watched five movies
キャンディーを何個食べましたか	Kyandii o nanko tabemashita ka	How many candies did (you) eat?
十個食べました	Jukko tabemashita	(I) ate ten (candies).
友達と遊びました	Tomodachi to asobimashita	(I) played with a friend/friends
二人の友達と遊びました	Futari no tomodachi to asobimashita	(I) played with two friends
友達二人と遊びました	Tomodachi futari to asobimashita	(I) played with two friends
友達と二人で遊びました	Tomodachi to futari de asobimashita	(I) played with a friend (the two of us)
二人で遊びました	Futari de asobimashita	(We) played together (the two of us)
子供は遊んでいます	Kodomo wa asondeimasu	The child/the children are playing
子供たちは遊んでいます	Kodomotachi wa asondeimasu	The children are playing
先生はどこですか	Sensei wa doko desuka	Where is the teacher/ Where are the teachers?
先生たちはどこですか	Senseitachi wa doko desuka	Where are the teachers?

Apèndix 2: Traduccions automàtiques dels sistemes de traducció

2.1 Ordre de constituents de l'oració

JAPONÈS	GOOGLE	BING	SYSTRAN	WEBLIO
行きます	to go	go	I am going	We will go (DIC) I go (TA)
今行きます	I'm going now	I'll go now	I am going	I go now (TA)

				I'll go now (EX) I'm coming (EX)
マリさんがジョンさんにリンゴをあげました	Mary gave an apple to Mr. John	Ms. Mari gave John an Apple	Marie gave John an apple	Mari gave an apple to John
そのリンゴはマリさんがくれました	Mary gave the apple	The Apple gave it to Mari	The apple gave me the apple	Mari gave the apple
私は手紙を出しました	I sent a letter	I wrote a letter	I sent a letter	I sent a letter
私はお母さんに手紙を出しました	I sent a letter to my mother	I sent a letter to my mother	I sent a letter to my mother	I sent a letter to mother
斉藤さんは日本人です	Mr. Saito is Japanese	Mr. Saito is Japanese	Saito is Japanese	Saito is a Japanese
斉藤さんは日本人ですか	Is Mr. Saito Japanese?	Is Mr. Saito Japanese?	Is Mr. Saito a Japanese?	Is Saito a Japanese?
何を食べましたか	What did you eat	What did you eat?	What did you eat?	What did you eat?
ラーメンを食べました	I ate ramen	I ate ramen	I ate ramen	I ate ramen
雨が降っています	It's raining	It is raining	It's raining	It rains (TA) It's raining (EX)
昨日雪が降りました	It snowed yesterday	It snowed yesterday	It snowed yesterday	It snowed yesterday
あの赤い本は何ですか	What is that red book?	What is that red Book?	What is that red book?	What is that red book?
辞書です	I am a dictionary	Dictionary	Is a dictionary	It is a dictionary

2.2 Marca de futur

JAPONÈS	GOOGLE	BING	SYSTRAN	WEBLIO
映画に行きます	I will go to a movie	Go to the Movies	I'm going to film	I go for a movie
明日は映画に行きます	I will go to a movie tomorrow	I'm going to the movies tomorrow	I'll go to the movies tomorrow	I will go for a movie tomorrow
毎週映画に行きます	I go to the movies every week	I go to the movies every week	I go to the movies every week	I go for a movie every week
毎朝 8 時に起きます	I get up at 8 o'clock every morning	I get up at eight every morning	I get up at six every morning	I get up every morning at 8:00 (TA) I wake up at 8 o'clock every morning (EX)
明日 8 時に起きます	I will get up at 8 o'clock	I get up at eight tomorrow	I get up at 8 o'clock	I will get up tomorrow at

	tomorrow		tomorrow	8:00
私は酒を飲みません	I do not drink alcohol	I don't drink	I don't drink	I do not drink liquor (TA) I don't drink alcohol (EX)
今夜は酒を飲みません	I will not drink alcohol tonight	I'm not drinking tonight	I am not drunk tonight	I do not drink liquor tonight
東京に引っ越します	I will move to Tokyo	I'm moving to Tokyo	I'm moving to Tokyo	I move in Tokyo
来月東京に引っ越します	Next month I will move to Tokyo	I'm moving to Tokyo next month	I will move to Tokyo next month	I will move in Tokyo next month
私はイタリアへ行きます	I am going to Italy	I'm going to Italy	I am going to Italy	I go to Italy
私は今年の夏休みにイタリアへ行きます	I will go to Italy this summer vacation	I'm going to Italy this summer vacation	I'll go to Italy this summer vacation	I go to Italy to take a rest in this summer
私は医者になります	I will be a doctor	I'll be a doctor	I become a doctor	I become the doctor
私は将来医者になります	I will be a doctor in the future	I will be a doctor in the future	I will become a doctor in the future	I will become the doctor in the future
私は将来医者になりたいと思っています	I am thinking of becoming a doctor in the future	I hope to be a doctor in the future	I want to become a doctor in the future	I want to become a doctor in the future (TA) I'd like to be a doctor in the future (EX)

2.3 Flexió de nombre

JAPONÈS	GOOGLE	BING	SYSTRAN	WEBLIO
本を買いました	I bought a book	I bought a book	I bought a book	I bought a book
本を三冊買いました	I bought three books	I bought three books	I bought three books	I bought three books
映画を見ました	I saw a movie	I saw a movie	I saw a movie	I watched a movie
映画を五本見ました	I saw five movies	I saw five movies	I watched five movies	I watched five movies
キャンディーを何個食べましたか	How many pieces of candy did you eat	How many candies did you eat?	How many candy did you eat?	How many candy did you eat?
十個食べました	I ate ten pieces	Ten ate	I ate ten	I ate ten
友達と遊びました	I played with my friends	I played with my friends	I played with my friends	I played with a friend
二人の友達と遊びました	I played with two friends	I played with two friends	I played with two friends	I played with two friends
友達二人と遊び	I played with	I played with	I played with	I played with

ました	two of my friends	two friends	Two friends	two friends
友達と二人で遊びました	We played with two friends	I played with two friends	I played with my friends	I played two people with a friend
二人で遊びました	We played together	We played together	I played with them	I played two people
子供は遊んでいます	Child is playing	Kids are playing	Children are playing	The child plays
子供たちは遊んでいます	Children are playing	Children are playing	Children are playing	Children play
先生はどこですか	Where is the teacher?	Where is the teacher?	Where is the teacher?	Where is the teacher?
先生たちはどこですか	Where are the teachers?	Where are the teachers?	Where are the teachers?	Where are teachers?

Apèndix 3: Resultats de les avaluacions automàtiques mitjançant Asiya

3.1 Google

ORDRE DE CONSTITUENTS			MARCA DE FUTUR			FLEXIÓ DE NOMBRE		
BLEU	NIST	METEOR	BLEU	NIST	METEOR	BLEU	NIST	METEOR
0,1951	0,2985	0,0396	0,3768	3,0426	0,2585	0,8187	5,2281	0,4404
1	6,0073	1	0,3226	2,6912	0,2359	1	5,9147	1
0,1199	2,8099	0,3211	1	6,8848	1	0,4273	3,8209	0,3184
0,1936	2,2582	0,2308	0,273	3,7164	0,3796	0,4273	3,7209	0,3474
1	6,8365	1	0,2056	2,8562	0,2565	0,2232	3,5221	0,3697
1	6,0109	1	0,3799	5,2889	0,4018	0,4273	4,5134	0,3474
0,5081	3,6428	0,5162	0,2627	3,4196	0,3072	0,3247	2,6788	0,2783
0,3247	3,9023	0,4522	0,3247	3,4616	0,245	1	5,2421	1
0,6687	4,9698	0,4847	0,5623	5,4532	0,401	0,4111	3,8429	0,489
1	5,4784	1	1	6,5713	1	0,1797	1,9165	0,2234
1	5,417	1	0,3597	4,0887	0,3147	1	5,6371	1
1	5,417	1	0,3799	4,3277	0,3612	0,4631	2,9929	0,2929
1	6,0051	1	0,6606	4,5079	0,4451	0,4631	2,9929	0,2929
0,3976	3,0772	0,355	0,4799	3,2158	0,2792	1	6,1729	1

3.2 Bing

ORDRE DE CONSTITUENTS			MARCA DE FUTUR			FLEXIÓ DE NOMBRE		
BLEU	NIST	METEOR	BLEU	NIST	METEOR	BLEU	NIST	METEOR
0,0154	0	0	0,1298	1,0347	0,1011	0,8187	5,2281	0,4404
0,1479	2,022	0,1475	0,2061	2,5957	0,2117	1	5,9147	1
0,3656	3,4707	0,381	1	6,8848	1	0,4273	3,8209	0,3184
0,0864	1,8557	0,2022	0,2705	3,9252	0,2985	0,4273	3,7209	0,3474
0,2753	2,9025	0,2524	0,1354	2,3415	0,1252	1	6,1372	1
0,8669	6,0976	0,5616	0,5789	5,0804	0,4063	0,232	1,0089	0,1538
0,4273	4,1572	0,4372	0,0965	1,6302	0,1039	0,3247	2,6788	0,2783
0,3247	3,9023	0,4522	0,5373	4,594	0,3754	1	5,2421	1
1	5,8828	1	0,5411	4,2526	0,3816	1	5,2421	1
0,7165	4,6113	0,4622	0,5373	4,594	0,3754	0,3247	2,6788	0,2866
0,3237	2,5195	0,2735	0,0899	2,4697	0,1956	1	5,6371	1
0,7165	4,5246	0,4622	0,3247	3,4632	0,2866	0,2488	1,6405	0,2159
0,5373	4,9801	0,3503	0,6606	4,5079	0,4451	0,4631	2,9929	0,2929
0,1578	0,039	0,0611	0,5027	3,7732	0,3004	1	6,1729	1

3.3 SYSTRAN

ORDRE DE CONSTITUENTS			MARCA DE FUTUR			FLEXIÓ DE NOMBRE		
BLEU	NIST	METEOR	BLEU	NIST	METEOR	BLEU	NIST	METEOR
0,2753	2,6348	0,2117	0,0765	1,1611	0,0876	0,8187	5,2281	0,4404
0,1637	2,3646	0,1896	0,3376	3,2262	0,3153	1	5,9147	1
0,7598	4,4149	0,444	1	6,8848	1	0,4273	3,8209	0,3184
0,1858	2,9009	0,3376	0,2705	3,9252	0,2985	1	5,9147	1
1	6,8365	1	0,2016	2,6071	0,2175	0,4889	5,2077	0,4269
1	6,0109	1	0,5789	5,0804	0,4063	0,4976	4,6269	0,3622
1	5,5836	1	0,0965	1,6302	0,1039	0,3247	2,6788	0,2783
0,1562	3,1687	0,4033	0,5373	4,594	0,3754	1	5,2421	1
1	5,8828	1	1	6,6121	1	0,3799	3,5688	0,4504
1	5,4784	1	1	6,5713	1	0,3247	2,6788	0,2783
1	5,417	1	0,1572	3,0471	0,2649	0,127	1,3546	0,1963
1	5,417	1	0,5789	5,2666	0,4573	0,2488	1,6405	0,2159
1	6,0051	1	1	5,8683	1	0,4631	2,9929	0,2929
0,4631	3,1449	0,3784	0,7081	4,6759	0,4057	1	6,1729	1

3.4 Weblio

ORDRE DE CONSTITUENTS			MARCA DE FUTUR			FLEXIÓ DE NOMBRE		
BLEU	NIST	METEOR	BLEU	NIST	METEOR	BLEU	NIST	METEOR
0,1244	0,5452	0,039	0,1354	1,9439	0,192	0,8187	5,2281	0,4404
0,2753	2,5673	0,2117	0,1949	2,2439	0,193	1	5,9147	1
0,2056	4,3484	0,442	0,2585	3,6198	0,3441	1	6,0147	1
0,2474	3,1535	0,3525	0,1365	3,7164	0,3438	1	5,9147	1
1	6,8365	1	0,1313	2,8562	0,2448	0,4889	5,2077	0,4269
0,613	5,6392	0,4456	0,193	3,8731	0,2532	0,4976	4,6269	0,3622
0,3021	4,0109	0,4689	0,0864	2,2251	0,1767	1	5,2754	1
0,3021	4,4528	0,4689	0,1936	2,2818	0,1934	1	5,2421	1
1	5,8828	1	0,5	5,6854	0,4997	1	5,2421	1
1	5,4784	1	0,3498	3,6658	0,2481	0,4111	3,4481	0,5033
0,3237	1,706	0,1368	0,1558	3,2196	0,2594	0,127	1,3546	0,2038
1	5,417	1	0,208	3,2129	0,3521	0,2753	3,1955	0,2524
1	6,0051	1	0,5969	4,9084	0,5089	0,1951	0,3056	0,046
1	5,6956	1	0,7081	4,6759	0,4057	1	6,1729	1