

Machine Learning per la Sottotitolazione Automatica

Carmen **Marino**, Mauro **Rossini**
Rai - Centro Ricerche, Innovazione Tecnologica e Sperimentazione

Le tecnologie di Machine Learning per la Trascrizione Automatica permettono di ipotizzare nuovi scenari applicativi rivolti essenzialmente a servizi per le persone con disabilità cognitiva e sensoriale. I contesti dove l'Intelligenza Artificiale incontra le necessità e le aspirazioni di un settore di pubblico che desidera esplorare nuove soluzioni per migliorare la propria identità sociale diventano un terreno di sfida per le aziende che erogano servizi al cittadino cercando di includere tutte le tipologie di pubblico a cui si rivolgono.

In questi scenari si incontrano le richieste per un incremento di contenuti accessibili e comprensibili per tutti a cui il servizio pubblico deve rispondere con innovazione tecnologica e investimenti nella ricerca.

La Rai ha voluto accettare questa sfida tecnologica nel settore dei Servizi per le persone con disabilità sensoriali, rispondendo alla forte richiesta di incremento delle ore sottotitolate per le persone sorde, ipoacusiche e anziane.

La televisione è uno strumento sia di intrattenimento sia di approfondimento culturale e accompagna la persona nel suo percorso di socializzazione e inclusione nella vita quotidiana.

La possibilità di incrementare le ore di trasmissioni televisive sottotitolate tramite l'adozione di soluzioni innovative che introducano tecnologie atte a produrre contenuti ad oggi non disponibili diventa

L'Intelligenza Artificiale e le tecnologie di Machine Learning per la Trascrizione Automatica permettono di ipotizzare nuovi scenari applicativi rivolti a servizi per le persone con disabilità cognitive e sensoriali. I contesti dove l'Intelligenza Artificiale incontra le necessità e aspirazioni di un settore di pubblico che desidera esplorare nuove soluzioni per migliorare la propria identità sociale diventano un terreno di sfida per le aziende che erogano servizi al cittadino. In questi scenari si incontrano le richieste per un incremento di contenuti accessibili e comprensibili per tutti a cui il servizio pubblico deve rispondere con innovazione tecnologica e investimenti sulla ricerca.

La Rai ha voluto accettare questa sfida tecnologica nel settore dei Servizi per le persone con disabilità sensoriali, rispondendo alla forte richiesta di incremento delle ore sottotitolate per le persone sorde, ipoacusiche e anziane.

Il Centro Ricerche, Innovazione Tecnologica e Sperimentazione ha attivato una sperimentazione sulla Sottotitolazione Automatica dei Telegiornali Regionali, un progetto innovativo, sfidante e sicuramente non privo di complessità. L'analisi delle prestazioni del sistema di sottotitolazione automatica, seppur richiedendo un minimo intervento di correzione manuale prima della messa in onda, ha evidenziato elevati valori di accuratezza sulle parole trascritte. L'adozione di tale soluzione tecnologica, che prevede l'impiego nei processi di validazione/correzione di figure professionali senza specifiche competenze di stenotipia, potrebbe ridurre i costi del servizio di sottotitolazione e garantire la sostenibilità del progetto.

un'opportunità di sperimentare sul campo le potenzialità di questi sistemi, seppur evidenziandone tutte le criticità ancora irrisolte.

Il mondo delle *news* è sicuramente il contesto più sfidante e riveste un ruolo di condivisione delle informazioni vitali in una società globalizzata. L'obbligo di diffondere un'informazione corretta diventa una sfida etica e contemporaneamente tecnologica, dove la *semantica*, ovvero la ricerca del significato del messaggio, riveste un ruolo fondamentale per la comprensione della notizia.

Per questo motivo, la trascrizione automatica e la successiva sottotitolazione applicata alle news non deve solamente focalizzarsi sul riportare correttamente la parola ma deve polarizzarsi nel trasferire il corretto messaggio che si intende veicolare.

In questo ambito è stata attivata una *Sperimentazione Rai sulla Sottotitolazione Automatica delle news regionali*, un progetto innovativo, sfidante e sicuramente non privo di complessità.

IL PROGETTO RAI

Il nuovo *Contratto di Servizio Rai* ^{Nota 1} prevede, sui temi dell'Accessibilità e Inclusione Sociale, l'estensione dell'offerta di contenuti sottotitolati e audio.

L'*Articolo 25*, che tocca, tra gli altri, il tema dei servizi rivolti alle *Persone con disabilità*, recita (comma 1, lettera h) che la **Rai**, ai fini dell'attuazione della missione di servizio pubblico, è tenuta a:

"[...]estendere progressivamente la sottotitolazione e le audiodescrizioni anche alla programmazione dei canali tematici, con particolare riguardo all'offerta specificamente rivolta ai minori; [...] estendere progressivamente la fruibilità dell'informazione regionale [...]"

La **Rai** ha pertanto attivato una politica che prevede l'introduzione progressiva della sottotitolazione dei *Telegiornali Regionali* per tutte le regioni. La sede di Bolzano dal mese di marzo 2017 provvede già alla

sottotitolazione delle notizie dell'edizione delle ore 20 del *Tagesschau*, il telegiornale locale in lingua tedesca.

Per rispondere a questa indicazione editoriale nasce il progetto *Sperimentazione Sottotitolazione Automatica TGR* che ha l'obiettivo di verificare, in termini tecnici, operativi, qualitativi ed economici, la possibilità di utilizzare una *Piattaforma automatica di Generazione Sottotitoli* nell'ambito della produzione dei sottotitoli dei TG Regionali.

Il **Centro Ricerche, Innovazione Tecnologica e Sperimentazione Rai** ha recentemente condotto un'analisi delle prestazioni di alcuni sistemi commerciali di *trascrizione automatica del parlato* in lingua italiana che, seppur richiedendo un processo di correzione manuale e inserimento della punteggiatura prima della messa in onda, hanno dimostrato elevati valori di accuratezza sulle parole trascritte e di *accuratezza semantica*, indice della correttezza del significato del messaggio trascritto rispetto all'originale. La tesi della sperimentazione è che l'adozione di tale soluzione tecnologica, che prevede l'impiego nei processi di validazione/correzione figure professionali senza specifiche competenze di stenotipia, potrebbe potenzialmente ridurre i costi del servizio di sottotitolazione e garantire la sostenibilità del progetto.

LA SFIDA

La sfida di utilizzare sistemi di trascrizione e di generazione automatica dei sottotitoli per il campo delle news è avvalorata dalla continua evoluzione in termini di precisione dei sistemi di *machine learning*, con la consapevolezza, però, della criticità del campo specifico di applicazione.

Nota 1 - Il **CONTRATTO NAZIONALE DI SERVIZIO TRA IL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO E LA RAI-RADIOTELEVISIONE ITALIANA S.P.A. 2018-2022** è disponibile all'indirizzo http://www.rai.it/dl/doc/1521036887269_Contrato%202018%20testo%20finale.pdf

Nel configurare uno scenario applicativo così particolare occorre tener presente alcune considerazioni nodali:

- nel *contesto news* non solo è importante l'*accuratezza sulle parole (Word Accuracy-WA)* che il sistema di trascrizione automatica permette di raggiungere, ovvero la percentuale di parole trascritte correttamente, ma riveste un ruolo fondamentale anche l'*accuratezza semantica (Semantic Accuracy-SA)* che dà indicazione di quanto il significato del messaggio trascritto sia affine a quello originale. In un servizio giornalistico, anche se si registrasse un valore molto alto di *WA*, un solo errore di trascrizione di una singola parola potrebbe risultare critico e compromettere il significato dell'intero messaggio, portando la *Semantic Accuracy* a un valore bassissimo;
- la specializzazione del lessico e dei dizionari diventa in questo contesto una attività imprescindibile per poter disambiguare velocemente le parole e utilizzare il lessico specifico per il dominio della notizia.

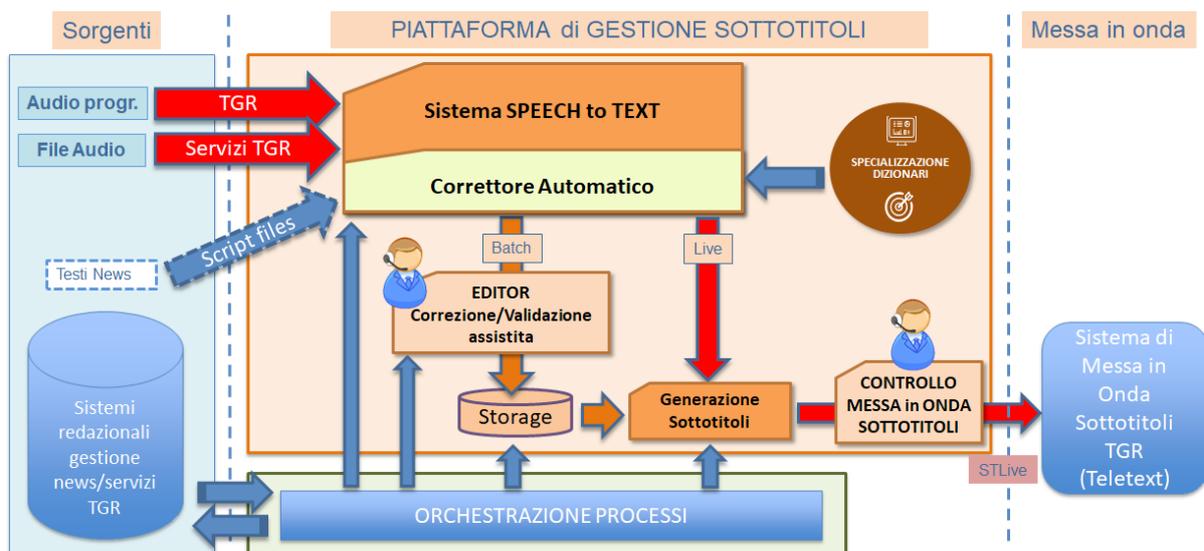
Lo scenario è molto complesso, dovendo anche prevedere l'integrazione della soluzione applicativa in un contesto consolidato di sorgenti e flussi editoriali che rappresentano la struttura portante dell'edizione di un telegiornale.

Tutti questi elementi devono poter essere orchestrati in maniera scrupolosa per poter immaginare una soluzione completa e automatica, orientata alla generazione di un flusso continuo di sottotitoli finalizzato alla corretta comunicazione del messaggio verso l'utente televisivo finale.

PIATTAFORMA DI SOTTOTITOLAZIONE AUTOMATICA ANALISI E PROGETTAZIONE

Il cuore della *Piattaforma di sottotitolazione automatica per le news*, rappresentata in Fig. 1, è il *modulo Speech to Text* che opera la trascrizione dell'audio in testo, affiancato da un modulo che formatta opportunamente il trascritto generando i sottotitoli, corredati di tutte le informazioni di sincronizzazione con il segnale audio/video di riferimento.

Fig. 1 – Piattaforma di sottotitolazione automatica per le news.



Per affrontare la fase di analisi e modellazione di una soluzione per il sistema di sottotitolazione automatica completamente integrato con l'infrastruttura e con le differenti sorgenti necessarie per la messa in onda delle news, è stato necessario affrontare le attività di analisi e progettazione con una metodologia bottom-up.

La metodologia applicata ha consentito di partire da una soluzione che si potesse inserire in un flusso di produzione già attivo, passando poi a soluzioni sempre più complesse per integrare le differenti componenti dell'infrastruttura esistente, incrementandone e modellandone le complessità.

L'attività di analisi e progettazione, pertanto, si è articolata in tre diverse fasi:

- **Fase 1:** approccio *FULL LIVE*
- **Fase 2:** approccio *BATCH*
- **Fase 3:** approccio integrato *TEXT*

Queste tre fasi individuano tre diverse modalità di funzionamento ed erogazione dei sottotitoli della piattaforma e implementano logiche differenti per interfacciarsi e gestire correttamente i sistemi sorgente e i flussi di produzione e di pubblicazione delle news presenti in **Rai**.

FASE 1: APPROCCIO FULL LIVE

La *Piattaforma di sottotitolazione automatica per le news* nella modalità detta *FULL LIVE* fornisce in real time il flusso di sottotitoli in uscita.

Questa modalità permette di introdurre la sottotitolazione indipendentemente dall'infrastruttura di gestione dei flussi delle informazioni esistente, dalle sorgenti, con le loro tipicità, e dalle procedure editoriali che governano la messa in onda di un Telegiornale Regionale.

In questa specifica modalità il parlato viene trascritto in tempo reale, con una tolleranza di poche centinaia di millisecondi tra il momento in cui una parola viene pronunciata ed il momento in cui è disponibile la sua trascrizione. La sequenza di più

parole così trascritte forma il *Sottotitolo* che, formattato secondo specifiche regole che ne garantiscono la leggibilità (numero di parole per riga, tempo di visualizzazione, dimensione e posizione carattere), è inviato per la visualizzazione tramite il *Servizio Televideo* alla pagina 777.

Questo particolare approccio risulta snello nell'implementazione e di veloce applicabilità in architetture complesse ed eterogenee. Il motore di trascrizione e sottotitolazione non prevede di modificare i flussi produttivi audio e video, ma si può affiancare ad architetture esistenti collocandosi parallelamente alle pipeline di messa in onda del segnale televisivo.

Al sistema, come segnale d'ingresso, è sufficiente fornire un segnale audio normalizzato, tipicamente il segnale audio proveniente dallo studio del TGR.

Il segnale di uscita del sistema di trascrizione e sottotitolazione è rappresentato da un flusso di dati conforme al protocollo *STLive Formatted Input Protocol*, definito da **Rai** per l'erogazione dei servizi di sottotitolazione. *STLive* è il protocollo con il quale un *Client STLive* invia i sottotitoli, già formattati secondo lo standard teletext, al *Server STLive* che opera come *gestore dei servizi di sottotitolazione*.

Come descritto, l'approccio *FULL LIVE* ha la sua più importante potenzialità nel poter essere inserito in un flusso editoriale di gestione delle news senza introdurre specifiche variazioni e adattamenti.

In questo caso l'analisi delle sorgenti e del workflow di lavoro redazionale non impatta sul risultato finale della sottotitolazione e pertanto non è possibile migliorare le prestazioni del sistema se non migliorando la specializzazione del modulo di trascrizione, inserendo nel dizionario ulteriori informazioni legate, ad esempio, alla geografia dei luoghi, alla toponomastica e alla onomastica.

Nell'ottica di erogare un servizio di sottotitolazione automatica, è contemplata la possibilità da parte di un operatore di correggere il testo durante la fase di trascrizione e in corrispondenza della messa in onda.

FASE 2: APPROCCIO BATCH

La Piattaforma di sottotitolazione automatica per le news gestisce una modalità di lavoro complementare, denominata *BATCH*, che prevede il processamento dei contenuti audio relativi ai servizi chiusi della redazione TGR, ovvero tutti i servizi già montati che hanno ottenuto la validazione editoriale e che vengono resi disponibili al sistema prima della messa in onda del TGR.

Il sistema in tale modalità esegue *offline* la trascrizione dal parlato in testo e genera il flusso dei sottotitoli che sarà opportunamente richiamato e visualizzato tramite il Servizio Televideo alla pagina 777, in corrispondenza della messa in onda dello specifico contenuto.

La gestione della modalità *BATCH*, che si alterna con la modalità *LIVE*, consente di incrementare la qualità del servizio migliorando l'accuratezza della trascrizione del prodotto finale in termini di *word accuracy*, misurata come percentuale di parole trascritte correttamente rispetto al numero totale di parole trascritte dal sistema automatico. In particolare, la trascrizione in modalità *BATCH*, operando su un file audio interamente disponibile al sistema, consente di fornire su un servizio TGR un'accuratezza mediamente superiore del 2% rispetto a quella generata in modalità *LIVE*. Inoltre il sistema è in grado di gestire la punteggiatura fornendo così dei sottotitoli più leggibili e quindi di più facile comprensione.

In aggiunta, il fatto di trascrivere e sottotitolare servizi chiusi prima della messa in onda consente, anche, di prevedere *operazioni di revisione*, ovvero modifica, correzione e validazione, dei sottotitoli generati automaticamente da parte di un operatore, fornendo così una sottotitolazione con un valore di accuratezza pari al 100%.

Nell'ottica di erogare un servizio di sottotitolazione automatica affidabile, è quindi previsto l'impiego di un'applicazione web per effettuare offline questo tipo di operazioni di modifica, correzione e validazione.

Queste funzionalità sono fornite dal modulo *EDITOR*, collocato a valle del sistema *Speech to Text*.

Il modulo EDITOR

Il modulo *EDITOR* è completamente integrato all'interno della piattaforma di generazione automatica dei sottotitoli ed è gestito dal modulo *Orchestrazione Processi* che, durante la messa in onda dell'edizione TGR, accede alle trascrizioni corrette e validate fornendo, così, un servizio di sottotitolazione con un elevatissimo grado di qualità.

Le funzionalità fornite dal modulo *EDITOR* permettono ad un operatore di:

- ascoltare l'audio del servizio giornalistico ed operare con semplicità funzioni di start-stop-repeat (es: tramite pedaliera);
- effettuare delle revisioni del testo generato dal modulo *Speech To Text* e inserire la punteggiatura. L'interfaccia grafica consente una correzione agevole delle parole errate e fornisce dei suggerimenti per una scelta rapida di quelle che, con maggiore probabilità, potrebbero essere corrette;
- salvare i termini maggiormente ricorrenti o specifici di un particolare contesto in un'area *suggerimenti* (es: nomi di personaggi o località).

FASE 3: APPROCCIO INTEGRATO TEXT

La Piattaforma di sottotitolazione automatica per le news contempla una terza modalità operativa, denominata *TEXT*, che non prevede l'attivazione del sistema di trascrizione ma la gestione dei contenuti testuali attinti dai sistemi redazionali TGR, i quali vengono formattati opportunamente e trasformati in sottotitoli.

Tale modalità, che viene attivata tipicamente in corrispondenza dei titoli e dei lanci dei servizi, consente di garantire un'accuratezza della sottotitolazione pari al 100%, di valorizzare fonti dati già disponibili e validate e di mantenere l'integrità del messaggio che il giornalista, nella scrittura del testo, intende comunicare.

PIATTAFORMA DI SOTTOTITOLAZIONE AUTOMATICA FUNZIONALITÀ

Le principali funzionalità fornite dalla *Piattaforma di sottotitolazione automatica per le news*, rappresentata nella già citata Fig. 1, possono essere sintetizzate in:

- *Acquisizione*. La piattaforma acquisisce i contenuti testo/audio dalle diverse tipologie di sorgenti tramite specifiche interfacce opportunamente definite;
- *Trascrizione*. Il sistema *Speech to Text* è il modulo della piattaforma responsabile della trascrizione automatica del segnale audio. Esso trasforma il parlato in un testo scritto corredato di tutte le informazioni di sincronizzazione con l'audio originale;
- *Correzione Assistita flusso Live*. Per la modalità *Live* è previsto un tool grafico usato da un operatore per correggere eventuali errori di trascrizione e inserire la punteggiatura prima della messa in onda;
- *Correzione mediante editor dei testi*. Per la modalità *Batch* è previsto un editor per correggere e validare il testo generato dalla trascrizione automatica, garantendo così una percentuale di accuratezza pari al 100%;
- *Generazione Sottotitoli*. Formattazione dei sottotitoli, sincronizzazione e interazione con i sistemi di messa in onda.

Le ulteriori funzionalità di *Specializzazione del modello del linguaggio* e di *Arricchimento dei Dizionari* contribuiscono, nel tempo, a migliorare le prestazioni del sistema in termini di accuratezza delle trascrizioni.

Il sistema di trascrizione è dotato a priori di un modello del linguaggio *generalista*, ovvero non specifico di alcun ambito.

Per il progetto *Sottotitolazione Automatica TGR* il modello del linguaggio viene costantemente arricchito, rispetto a specifici argomenti del contesto desiderato (es. politica, sport, meteo, traffico, ecc.) e dello specifico lessico regionale.

SPECIALIZZAZIONE DEL MODELLO DEL LINGUAGGIO

Nel corso della sperimentazione, al fine di migliorare il livello di accuratezza nel riconoscimento del parlato, è prevista la realizzazione di specifici *modelli di linguaggio*, che vengono arricchiti e declinati per, ad esempio, ciascuna regione e/o rispetto a specifici argomenti trattati nel contesto desiderato (es. politica, sport, meteo, traffico, ecc.). È possibile, pertanto, selezionare il modello del linguaggio specializzato in funzione del dominio da trascrivere.

ARRICCHIMENTO DEI DIZIONARI

Il sistema di trascrizione automatica è dotato di moduli specifici che consentono di aggiornare, migliorare ed ottimizzare il riconoscimento automatico di terminologie speciali ed attualizzate relative ad un ambito specifico:

- *Modulo attualizzazione automatico*: attualizza ed arricchisce automaticamente il dizionario del modello raccogliendo in autonomia nuovi termini da fonti aperte (es. feeds rss) permettendo di riconoscere sempre i nuovi termini;
- *Modulo arricchimento assistito*: permette, attraverso un'avanzata interfaccia utente web-based, l'inserimento e la modifica dei termini, quali, a titolo di esempio:
 - › *lista nomi propri*: i nomi e cognomi di persona o di località specifici appartenenti ai contesti locali.
 - › *lista parole*: tutte le parole peculiari di uno specifico contesto.

L'ORCHESTRATORE PROCESSI

I vantaggi derivanti dalla gestione delle trascrizioni operate nelle modalità *BATCH* e *TEXT* hanno indotto la decisione di sviluppare e introdurre per il progetto *Sottotitolazione Automatica TGR* un orchestratore che, durante la messa in onda dell'edizione TGR, opera una commutazione del sistema di *Trascrizione e Sottotitolazione Automatica* tra le modalità di trascrizione e generazione di sottotitoli *Live*, *Batch* e *Text*, in base all'identificazione della tipologia di contenuto in onda.

L'*Orchestratore Processi* è il modulo software responsabile della gestione dei vari moduli interni alla piattaforma di generazione automatica dei sottotitoli, di tutti i semilavorati generati dai singoli moduli e garantisce il corretto interfacciamento della piattaforma con le differenti tipologie di sistemi sorgente e di sistemi di messa in onda.

PIATTAFORMA DI SOTTOTITOLAZIONE AUTOMATICA SPERIMENTAZIONE E VALUTAZIONE DEL SERVIZIO

La sperimentazione prevede un'ultima fase di valutazione della piattaforma per l'erogazione del servizio e del prodotto/servizio finale.

A corredo dell'analisi tecnica delle prestazioni dei singoli moduli della piattaforma di generazione dei sottotitoli, è importante valutare la piattaforma stessa nella sua interezza in termini di usabilità, velocità, impiego di risorse richieste e affidabilità. Tale valutazione sarà effettuata dagli operatori coinvolti nei processi di revisione delle trascrizioni *batch* e di presidio/intervento *live* durante la messa in onda delle diverse edizioni dei TGR.

La valutazione del prodotto finale si articola, invece, in due modalità di analisi:

- una *valutazione tecnico-oggettiva* delle prestazioni del sistema di trascrizione e generazione dei sottotitoli automatico sulla base di analisi sia di tipo *word accuracy*, ovvero basate sulla percentuale di parole trascritte correttamente sul totale delle parole trascritte, sia di tipo *semantic accuracy*, ovvero basate sulla percentuale di concetti comprensibili e corretti sul totale del numero di concetti espressi. È doveroso precisare che, a differenza della *word accuracy*, la *semantic accuracy*, basandosi sull'interpretazione semantica dei concetti, intesi come sequenze di parole che veicolano un messaggio di senso compiuto, risente di una minima componente di interpretazione soggettiva;
- una *valutazione soggettiva* che prevede l'attivazione di focus group di potenziali utilizzatori del servizio a cui verranno presentate alcune

edizioni dei TGR sottotitolate mediante l'uso del sistema di sottotitolazione automatico e che forniranno un riscontro importante sull'indice di comprensibilità, gradevolezza, leggibilità dei relativi sottotitoli. Una parte consistente degli utenti selezionati saranno le persone alle quali è fortemente indirizzato il servizio di sottotitolazione, in particolare persone con disabilità uditive. È fondamentale pertanto il coinvolgimento delle relative Associazioni e una comunicazione corretta al fine di condividere ambizioni e finalità del progetto, mettendo anche in luce, con la massima trasparenza, i limiti e gli eventuali errori sui sottotitoli che un sistema automatico, anche se in minima misura, potrebbe commettere.

A titolo di esempio, in Fig. 2 pagina seguente è riportato un estratto dell'analisi di una tipica edizione di un TGR. Per ogni tipologia di contenuto viene messa in evidenza la modalità di funzionamento della piattaforma e la relativa *word accuracy (WA)*. Un'accuratezza del 100% si registra in corrispondenza dei sottotitoli generati in modalità *TEXT*, in cui non interviene il sistema di trascrizione. Nelle modalità *LIVE* e *BATCH* le percentuali di accuratezza sono comunque piuttosto elevate, mediamente intorno al 90-95%. Introducendo, per la correzione dei servizi TGR chiusi trascritti in modalità *BATCH*, l'operazione di revisione e correzione del trascritto si raggiunge, come indicato nella quarta colonna, un'accuratezza del 100%.

La valutazione della *Piattaforma di sottotitolazione automatica per le news* fornirà gli elementi per stimare costi e benefici di una soluzione che, grazie all'introduzione di algoritmi di intelligenza artificiale, può innovare e ottimizzare gli attuali processi di produzione dei sottotitoli.

CONCLUSIONI E FUTURE EVOLUZIONI

Alla luce di quanto fin qui esposto è lecito pensare che i sistemi di *Machine Learning* per la *Trascrizione Automatica* siano solo all'albore del loro sviluppo, essendo essi una realtà estremamente complessa e

Scaletta TGR	Trascrizione	Word Accuracy	WA con BATCH Corretti
1 – Titoli	TEXT	100 %	100 %
2 – Giornalista	TEXT	100 %	100 %
3 – Servizio	BATCH	94,34 %	100 %
4 – Giornalista	TEXT	100 %	100 %
5 – Collegamento	LIVE	94,34 %	94,34 %
6 – Servizio	BATCH	89,80 %	100 %
7 – Giornalista	TEXT	100 %	100 %
8 – Servizio	BATCH	95,19 %	100 %
9 – Servizio	BATCH	79,66 %	100 %
10 – Giornalista	TEXT	100 %	100 %
11 – Servizio	BATCH	96,97 %	100 %
12 – Giornalista	TEXT	100 %	100 %
13 – Servizio	BATCH	95,36 %	100 %
14 – Giornalista	TEXT	100 %	100 %
15 – Collegamento	LIVE	85,63 %	85,63 %
16 - Saluti	LIVE	99,10 %	99,10 %

95,65 %

98,69 %

Fig. 2 – Analisi di un'edizione TGR

multiforme in cui coesistono aspetti contraddittori, ma anche sviluppi interessanti per innovativi scenari di applicazione.

L'utilizzo sempre più spinto di queste tecnologie indica che tali sistemi, nonostante possibili errori e imprecisioni, sono in grado di fornire una trascrizione di elevata qualità, tale da poter ipotizzare di incentrare sempre più servizi per il cittadino su tali soluzioni.

Nel contesto giornalistico la specializzazione dei modelli del linguaggio riveste un importante tassello per il miglioramento della trascrizione del parlato ed è innegabile che, data l'importanza delle tematiche affrontate e della diffusione del messaggio veicolato, diventano fondamentali anche le attività di post-editing sul testo già trascritto per raggiungere percentuali elevatissime di accuratezza.

Le logiche di gestione del workflow, in relazione alle tipicità delle sorgenti coinvolte nel processo di creazione di una edizione di news, incrementano ulteriormente la qualità dei risultati prodotti dai sistemi automatici in termine di efficacia e di affidabilità del sistema.

Nei prossimi anni i sistemi basati su *Intelligenza Artificiale* saranno un elemento nodale dei processi produttivi coinvolti nella gestione dell'informazione e nell'ottimizzazione delle risorse aziendali.