

MARIANGELA PALOMBA

eCommedia e HTR_Dante. Primi contributi per una guida generale di trascrizione semiautomatica dei manoscritti della *Commedia*

RIASSUNTO. Il progetto HTR_Dante, sviluppato in seno a eCommedia e parte del più ampio Naples Dante Project, mira alla trascrizione semiautomatica dei codici della *Commedia* attraverso le potenzialità del motore Kraken applicato ad eScriptorium, in vista della collazione digitale della tradizione dell'opera. Attraverso la definizione di un protocollo di training per trasmettere a Kraken un ground truth articolato in quattro sub-corpora – corrispondenti alle quattro principali tipologie scrittorie della prima trasmissione della *Commedia* (cancelleresca, mercantesca, littera textualis e umanistica) – si prosegue con l'addestramento del sistema. Dopo le fasi di importazione, segmentazione e trascrizione delle carte, i collaboratori sono tenuti a revisionare il lavoro attenendosi a degli standard condivisi. La prima sezione del saggio presenta lo stato dell'arte della HTR, un approfondimento sulla metodologia di lavoro del gruppo di ricerca e la presentazione di un quadro di riferimento per l'elaborazione di una guida generale di trascrizione dei manoscritti della *Commedia*, di cui si espongono in maniera analitica le prime norme. La seconda sezione presenta alcune riflessioni sulla prima tipologia scrittoria indagata – la minuscola cancelleresca – di cui si discutono tanto i risultati ottenuti quanto gli errori prodotti dal sistema, concludendo con un focus sull'indispensabile intervento umano nel processo di revisione testuale.

ABSTRACT. The HTR_Dante project, developed within eCommedia and part of the broader Naples Dante Project, aims at the semi-automatic transcription of *Commedia* manuscripts by exploiting the capabilities of the Kraken engine integrated into eScriptorium, with a view toward the digital collation of the poem's textual tradition. The project proceeds by defining a training protocol designed to provide Kraken with ground truth organised into four sub-corpora, corresponding to the four main script types of the *Commedia*'s earliest transmission (chancery, mercantesca, textualis, and humanistic script). After the stages of import, segmentation, and transcription, collaborators are required to revise the output according to shared standards. The first section of the paper outlines the state of the art in HTR, offers an in-depth discussion of the research group's working methodology, and presents a conceptual framework for developing a general transcription guide for *Commedia* manuscripts, of which the initial rules are analytically described. The second section presents a series of reflections

on the first script type examined – the chancery hand – discussing both the results obtained and the errors produced by the system, and concluding with a focus on the indispensable role of human intervention in the process of textual revision.

PAROLE CHIAVE: Handwritten Text Recognition (HTR); Manoscritti della *Commedia*; Kraken / eScriptorium; Paleografia digitale; Minuscola cancelleresca

KEYWORDS: Handwritten Text Recognition (HTR); *Commedia* manuscripts; Kraken / eScriptorium; Digital palaeography; Chancery script (cancelleresca)

1. *Il sistema digitale dell'Handwritten Text Recognition (HTR)*

Negli ultimi anni, nell'ambito delle *Digital Humanities*, si sta assistendo ad un crescente interesse per la valorizzazione e la digitalizzazione del patrimonio culturale testuale, che ha promosso lo sviluppo di sistemi digitali all'avanguardia come l'*Handwritten Text Recognition* (HTR), una delle due declinazioni dell'*Automatic Text Recognition* (ATR). In particolare, questa tecnologia consiste nel riconoscimento automatico della scrittura applicato a manoscritti e documenti vergati a mano, attraverso cui vengono sfruttate le sempre più innovative potenzialità introdotte dall'utilizzo del digitale, al fine di aprire nuove strade per la ricerca filologica e paleografica. Dal punto di vista tecnico, l'HTR si basa su un processo di *machine learning*, ossia un apprendimento automatico dove vengono utilizzate delle reti neurali ricorrenti (*Recurrent Neural Networks*, RNN), nella fattispecie dei modelli ispirati ai meccanismi cognitivi del riconoscimento visivo e linguistico umani, i quali permettono di addestrare la macchina a svolgere funzioni complesse, quali l'analisi e la trascrizione di testi.

A differenza dell'*Optical Character Recognition* (OCR),¹ l'altra declinazione dell'ATR in uso dagli anni '80, attraverso cui il riconoscimento ottico di caratteri si basa sulla decodificazione di singoli segni distinti tra loro (come i caratteri tipografici dei testi a stampa), l'HTR rilascia come *output* una trascrizione dell'immagine digitalizzata di un testo manoscritto del quale si processano intere parole e porzioni testuali, costituite da segni grafici contigui, legati in maniera asistematica e realizzati tramite specificità proprie del *ductus* del singolo copista. Per far ciò, dunque, è fondamentale fornire alla macchina una serie diversificata di materiali (GT: *ground truth*, o 'verità di base'), con esempi di *input* e *output* abbinati ricavati da varie trascrizioni manuali, che permettono quindi al sistema di processarne i dati e apprendere quanto più possibile.²

¹ Per approfondimenti sull'OCR e una valutazione sulla sua accuratezza cfr. Rice et al., "An evaluation of OCR".

² Per approfondimenti su un'analisi storica della tecnologia dell'HTR e un'esplicazione generale del flusso di lavoro alla base del sistema, cfr. Bazzaco, "La trascrizione automatica".

Ad oggi, per sfruttare le potenzialità dell'HTR e far convergere il flusso di lavoro in un solo spazio, le piattaforme maggiormente utilizzate dai ricercatori sono due: *Transkribus*³ ed *eScriptorium*,⁴ applicazioni accumulate da due grandi vantaggi, ovvero l'interfaccia grafica semplice ed intuitiva e l'assenza di richiesta all'utente di particolari competenze informatiche di programmazione. D'altro canto, la sostanziale differenza fra le due risiede nel fatto che *eScriptorium* si configura come una interfaccia online interamente *open access* la quale si poggia sull'infrastruttura di Kraken⁵ – motore HTR *open source* basato sul concetto di *deep learning* e reti neurali – permettendo la libera esportazione in locale dei modelli HTR creati.⁶ Al contrario, *Transkribus*, dopo l'esaurimento dei crediti gratuiti mensili, prevede un particolare processo per il riconoscimento di crediti aggiuntivi e consente la condivisione dei modelli esclusivamente all'interno del *cloud* della piattaforma, vietandone quindi l'ottenimento in locale.

Tuttavia, le due piattaforme permettono di sviluppare progetti all'avanguardia dal punto di vista digitale, favorendo le sempre più numerose ricerche accademiche che si avviano verso questa direzione.

2. Il progetto HTR_Dante e la sua metodologia di lavoro

Nell'ambito del progetto *eCommedia*, parte del più ampio contenitore del *Naples Dante Project* dell'Università degli Studi di Napoli Federico II,⁷ si colloca il sotto-progetto *HTR_Dante*, il cui obiettivo primario consiste nella trascrizione semiautomatica di tutti i codici latori della *Commedia* dantesca. Scopo ultimo e auspicabile è quello di una successiva collazione digitale dell'intera tradizione manoscritta dell'opera, in vista di una più completa analisi ecdotica dei testimoni.

³ La piattaforma è raggiungibile dalla seguente pagina web: <https://www.transkribus.org>. Per approfondimenti cfr. Mühlberger et al., "Transforming scholarship"; ma anche Kahle et al., "Transkribus – A Service Platform for Transcription".

⁴ Per l'installazione della piattaforma: <https://escriptorium.readthedocs.io/en/latest/>. Per informazioni più dettagliate su *eScriptorium*, cfr. Stokes et al., "The eScriptorium VRE".

⁵ Per approfondimenti su Kraken cfr. Kiessling, "Kraken – An Universal Text Recognizer"; su Kraken in relazione a *eScriptorium* cfr. Kiessling et al., "eScriptorium: An Open Source Platform". Riguardo l'utilizzo di *eScriptorium* all'interno del progetto CREMMALab (*Corpus et Ressources pour l'Entraînement de Modèles Médiévaux en Apprentissage Automatique*), cfr. Pinche, "Generic HTR Models".

⁶ Il progetto CREMMALab, citato nella nota precedente, in piena adesione con la filosofia interamente *open access* di *eScriptorium*, mette a disposizione dell'utente una piattaforma di archiviazione, visibilità e condivisione dei risultati del progetto, *HTR-United*.

⁷ Per approfondimenti sul progetto federiciano, cfr. Ferrante, "Verso il Naples Dante Project". L'attuale indirizzo web del progetto è www.naplesdante.it.

Il gruppo di lavoro, esperto degli strumenti sviluppati nel corso degli ultimi anni dalla filologia digitale e computazionale, ha scelto di impiegare dapprima le potenzialità della piattaforma *eScriptorium*, per poi ampliare, solo successivamente, il *set* di addestramento con *Transkribus*, al fine di aumentarne la precisione.

Per quanto riguarda la preliminare fase di selezione dei materiali attraverso cui avviare l'addestramento, è stato stabilito un protocollo di *training*, che mira a trasmettere al motore Kraken un *ground truth* diviso in quattro *sub-corpora* differenti, coincidenti con le quattro principali tipologie scritte in cui la *Commedia* di Dante è stata vergata nei primi due secoli della sua trasmissione manoscritta, ossia la cancelleresca, la mercantesca, la *littera textualis* e l'umanistica. Da ciò, selezionando volta per volta un gruppo specifico di manoscritti, si prosegue con l'addestramento della macchina, tramite i noti processi del *deep learning*, al fine di produrre dei modelli specializzati di riconoscimento e trascrizione semiautomatica. Ciò sulla scorta del dataset offerto dal progetto CATMuS (*Consistent Approaches to Transcribing Manuscripts*), che ha proposto un modello condiviso per la costruzione di *ground truth* destinati all'addestramento e alla valutazione di modelli di riconoscimento della scrittura.⁸

Una volta selezionato il materiale, il flusso di lavoro si articola in due fasi preliminari e fondamentali. La prima consiste nell'importazione delle carte in alta definizione digitale (in formato jpeg o tramite manifest IIIF)⁹ sulla piattaforma di *eScriptorium* e la seconda riguarda il processo di segmentazione. Quest'ultimo coincide con la *layout analysis*, vale a dire l'individuazione e la delimitazione delle diverse regioni e righe di testo presenti sulla carta, con l'obiettivo di definire con precisione lo specchio di scrittura e le sue funzioni in rapporto alle aree bianche che lo circondano, operando a livello di linea, parola e persino carattere.

Diversamente dai primi progetti degli anni 2000, esso non richiede una preparazione preliminare delle immagini – come binarizzazione bianco-nero e lavorazione del colore al fine della riduzione del rumore – grazie all'elevata qualità delle attuali digitalizzazioni.¹⁰ Anche se tale operazione può essere completamente automatizzata, *eScriptorium* permette comunque all'utente di correggere o ritoccare la segmentazione manualmente, attraverso appositi strumenti integrati alla piattaforma. La segmentazione, dunque, consente al sistema di individuare

⁸ Per approfondimenti su CATMuS, cfr. Clérice et al., "CATMus Medieval".

⁹ Sull'utilizzo dell'International Image Interoperability Framework (IIIF), interfaccia di programmazione (*Application Programming Interface*, API), che risponde a tutti i principi F.A.I.R. (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) per la gestione delle immagini digitali ad alta risoluzione, integrata all'interno del visualizzatore Mirador, cfr. Ferrante, "Illuminated Dante Project. Per un archivio digitale", 233 e segg. e, per uno sguardo d'insieme, Salarelli, "IIIF: una panoramica".

¹⁰ Su questo preciso aspetto, cfr. Fischer et al., "Automatic Transcription".

le aree in cui applicare successivamente il riconoscimento automatico dei segni grafici e la loro trascrizione.

In questo contesto, è altresì fondamentale procedere anche con la denominazione delle rispettive aree, seguendo un vocabolario condiviso e formalizzato, come proposto dal progetto SegmOnto, a cui il gruppo di *HTR_Dante* guarda, seguendo il *modus operandi* del progetto CREMMALab, citato nel paragrafo precedente e con cui vi è un dialogo scientifico continuo. SegmOnto mira, infatti, a standardizzare la descrizione del *layout* dei manoscritti attraverso un'ontologia chiara e strutturata su tre livelli: il primo relativo ai tipi principali di zone come *MainZone* (lo specchio di scrittura principale) e *MarginTextZone* (note e glosse in margine); il secondo relativo ai sottotipi più dettagliati di zone, come *HeadingZone* (titoli o intestazioni) e *DropCapitalZone* (iniziali di testo); il terzo, infine, relativo a caratteristiche specifiche dei singoli documenti, come ad esempio *MusicRegion* per le notazioni musicali.¹¹

Dopo aver concluso l'importazione delle immagini e la loro segmentazione, prende avvio la trascrizione semiautomatica, che i collaboratori sono successivamente tenuti a revisionare, attenendosi a dei criteri di trascrizione, definiti sulla base di una necessaria annotazione manuale maturata durante le prime sessioni di *training* e di cui qui di seguito saranno elencati i primi risultati.

3. Prime norme generali per la trascrizione semiautomatica dei manoscritti della *Commedia*

Il presente saggio si propone di rispondere all'esigenza di offrire alla comunità scientifica – ed *in primis* ai revisori del gruppo di lavoro di *HTR_Dante* – un primo quadro di riferimento per l'elaborazione di una guida generale di trascrizione dei manoscritti della *Commedia*. Questa si fonda sugli *standards* definiti nell'ambito del progetto CREMMALab, opportunamente integrati da modifiche e specificazioni concepite *ad hoc* per l'applicazione al *corpus* dantesco.

Dopo una sezione di carattere analitico ed esplicativo dedicata alla formalizzazione delle norme (corredate da esempi), segue la presentazione di alcune riflessioni maturate grazie al lavoro svolto sulla prima tipologia scrittoria indagata – la cancelleresca – di cui si discutono tanto i risultati ottenuti quanto gli errori prodotti (e poi risolti) dal sistema di riconoscimento automatico, concludendo con un *focus* sull'indispensabile intervento umano nel processo di revisione e validazione dei dati.

¹¹ Il vocabolario completo di SegmOnto è reperibile alla seguente pagina web: <https://segmonto.github.io>, mentre per approfondimenti sul progetto cfr. Gabay et al., "SegmOnto, A Controlled Vocabulary".

Innanzitutto, in conformità alle linee guida redatte da Pinche e i suoi collaboratori,¹² si procede con una trascrizione grafematica il più possibile conservativa e vicina al manoscritto, sia con l'intento di sfruttare al meglio le potenzialità della procedura di HTR sia per trattenere quante più informazioni possibili sulla fisionomia originaria del supporto scrittorio. Ration per cui, utilizzando le norme Pinche come punto di partenza, e sulla base delle prime indicazioni emesse dalla Commissione Nazionale per le linee guida di trascrizione dei testi in italiano, nell'ambito del progetto *HTR_Dante* si è stabilito di procedere verso una maggiore conservatività della trascrizione e nel contempo una maggiore riduzione dell'intervento interpretativo, rispettando non solo l'assenza della disambiguazione di lettere (come la <u/v> e la <i/j>) e dello scioglimento delle abbreviazioni, ma restituendo anche la *scriptio continua* così come è tramandata dal manoscritto.

3.1. Le lettere

Conservazione della grafia

Per quanto riguarda la trascrizione delle singole lettere e, conseguentemente, delle parole, il principio generale adottato consiste nella conservazione della grafia originaria del manoscritto, priva di alcuna correzione editoriale. Segni differenti saranno rappresentati da caratteri diversi, ma le forme delle varianti di lettera saranno ricondotte alla rappresentazione standardizzata dell'alfabeto latino. Non si riporteranno le legature e i nessi tra lettere.

Pertanto:

- Le varianti di lettera < s > (*s tonda*) e < f > (*s alta*) saranno ridotte a < s > (Fig. 1);

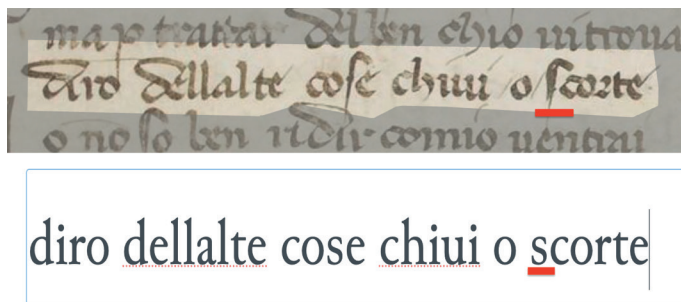


Fig. 1: varianti di < s > (*s tonda*) e < f > (*s alta*) ridotte a < s >

¹² Pinche, “Guide de transcription”, <https://hal.science/hal-03697382v1>. Per un dibattito sulla trascrizione digitale, cfr. Leonardi, “Filologia digitale del Medioevo italiano”.

- Le varianti di lettera < r > e < ʀ > (*r a forma di z*) saranno ridotte a < r > (Fig. 2);

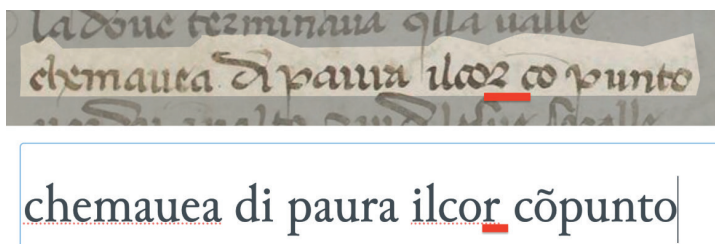


Fig. 2: varianti di < r > e < ʀ > (*r a forma di z*) ridotte a < r >

- La < ȳ > sarà annotata < y >;
- Le lettere o i segni sovrascritti o in esponente (Fig. 3) saranno aggiunti tramite i caratteri digitabili con l'ausilio delle specifiche tastiere messe a disposizione dal dataset CATMuS: rispettivamente, *CATMuS Combining letters* (Fig. 4) e *CATMuS Superscript letters*¹³ (Fig. 5).

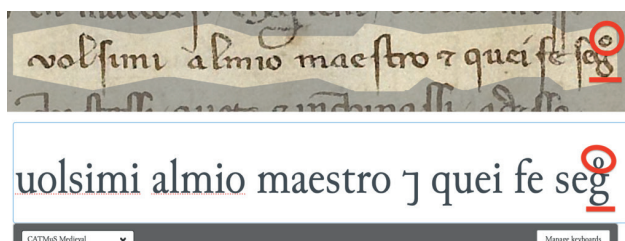


Fig. 3: lettera o sovrascritta su g

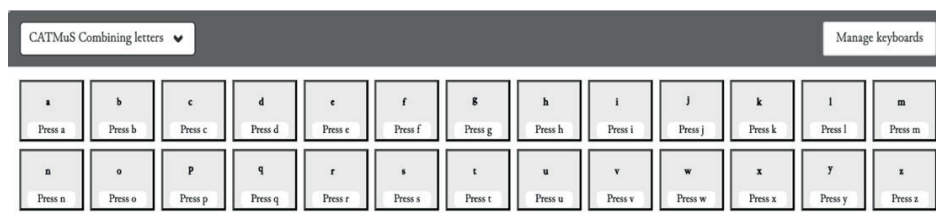


Fig. 4: Keyboard Combining letters

¹³ Per scaricare queste tastiere, cfr. <https://catmus-guidelines.github.io/tools.html>. Una volta scaricate, in fase di correzione della trascrizione è necessario andare su *Manage keyboards* e importare i files scaricati tramite l'opzione *Import a keyboard*. In questo modo le varie tastiere potranno essere utilizzate e selezionate tramite il menù a tendina sulla sinistra.

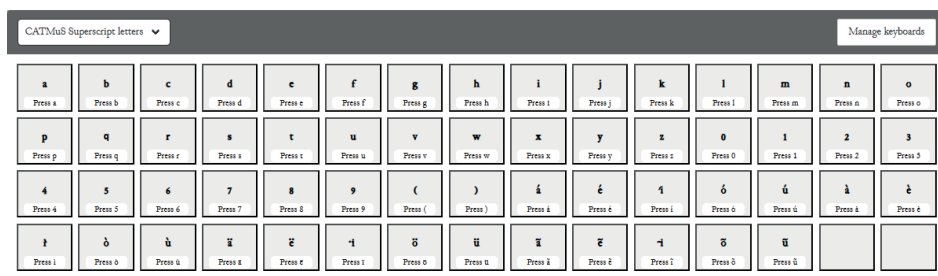


Fig. 5: Keyboard Superscript letters

Distinzione tra alcuni specifici allografi

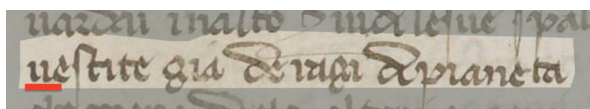
La distinzione tra < u > e < v > non sarà effettuata e i due allografi saranno ricondotti al grafema < u >, che nella lingua italiana rappresenta in forma scritta i fonemi /u/ e /w/.

Allo stesso modo, gli allografi < i > e < j > saranno sempre ricondotti al grafema < i >, che nella lingua italiana rappresenta in forma scritta i fonemi /i/ e /j/.

Eventuali eccezioni motivate da criteri fonetici o linguistici verranno valutate caso per caso.

Pertanto, in linea di massima:

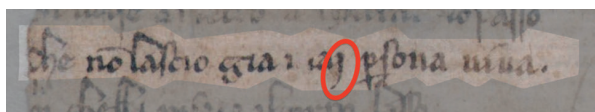
- Sarà utilizzato il solo carattere < u > per < u > e < v > (Fig. 6);



uestite gia de raga d'ipianeta

Fig. 6: utilizzo del carattere < u >

- Sarà utilizzato il solo carattere < i > per < i > e < j > (Fig. 7);



che nō lascio giamai psona uiua.

Fig. 7: utilizzo del carattere < i >

Le maiuscole

Constatata la difficoltà di razionalizzare l'utilizzo delle maiuscole e decidere quindi se trascriverle come tali o se ridurle al loro corrispettivo carattere minuscolo, si è stabilito di trascrivere in maiuscolo quelle lettere che presentino un valore distintivo, sia in ambito sintattico e semantico che in circostanze legate al *layout* della pagina.

Pertanto, lasciare in maiuscolo (quando già in maiuscolo) o trascrivere in maiuscolo (quando in minuscolo):

- Iniziali decorate (Fig. 8);

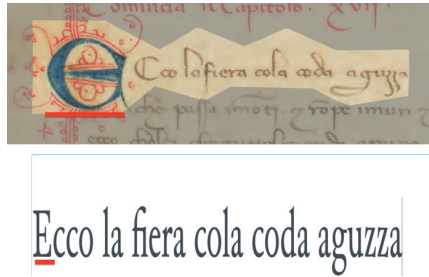


Fig. 8: iniziale decorata E

- Iniziali di parole che assumono una funzione semantica e/o sintattica peculiare, come iniziali maiuscole dopo un punto, dunque ad inizio del periodo (Fig. 9);

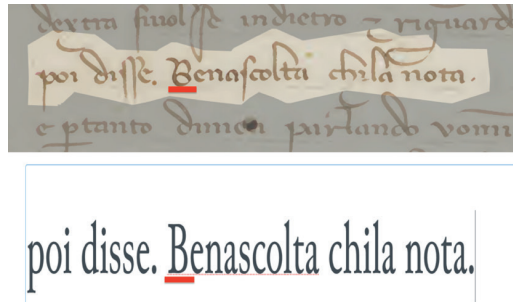
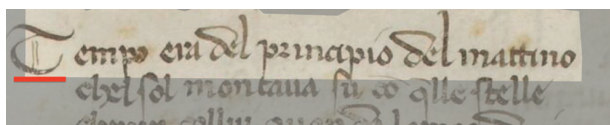


Fig. 9: B maiuscola ad inizio periodo, dopo punto

- Iniziali separate dal resto della parola a cui appartengono per via di una *mise en relief* paragrafematica. Nello specifico caso della *Commedia*, frequente è l'emarginazione delle iniziali di terzina¹⁴ (Fig. 10).

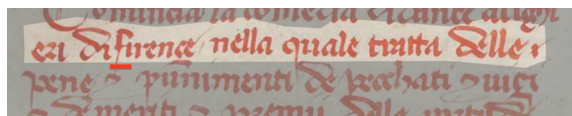
¹⁴ Riguardo le iniziali emarginate reali (con emarginazione dalla colonna di scrittura) e finte, cfr. De Robertis, "Struttura e scritture nel Laurenziano Plut. 40.7", 1-24; ma anche Ferrante, "Il ms. Laurenziano Plut. 40. 7: indagine sul testo", 55-122.



Tempo era del principio del mattino

Fig. 10: iniziale emarginata *T*

- Iniziali di nomi propri o di luoghi (Fig. 11).

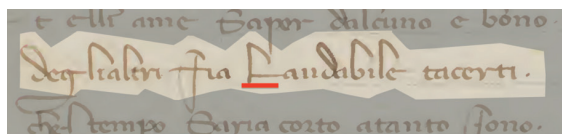


eri di Firenze nella quale tratta delle

Fig. 11: iniziale di un luogo *F*

Le varianti di lettera maiuscole

Al fine di evitare trascrizioni influenzate dalla peculiarità del *ductus* del singolo copista, si è stabilito di non trascrivere in maiuscolo – e quindi rendere in minuscolo – le varianti di lettera del copista con realizzazione in maiuscolo. È il caso della *l* della parola *laudabile* nella fig. 12 che segue.



degli altri fia laudabile tacerti.

Fig. 12: variante di lettera *l* realizzata in maiuscolo

Le iniziali decorate e la loro segmentazione

In fase di segmentazione, le iniziali decorate – nel caso dantesco, sovramodulate e utilizzate come iniziali di cantica e di canto – non devono essere visivamente considerate come parte della stessa riga di testo a cui appartengono semanticamente. Ragion per cui non devono essere trascritte: tale processo sarà compiuto solo in una fase successiva. A questo punto del lavoro, ci si limita dunque a marcare, tramite l'opzione *Regionmode*, l'iniziale come *DropCapitalZone*, per differenziarla dalla *MainZone* della colonna (Fig. 13).

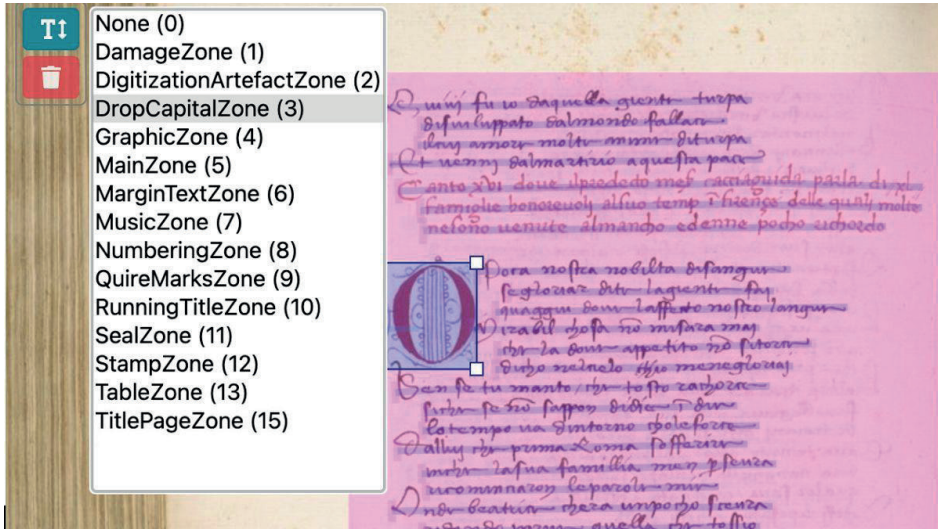


Fig. 13: segmentazione dell'iniziale decorata *O*

Le vocali accentate

In linea di massima, l'accento delle vocali toniche non dovrà essere trascritto, poiché può generare ambiguità: non sempre è possibile stabilire se indichi un'alterazione fonetica, una disambiguazione paleografica, la presenza di uno *hiatus* o di un *ictus* ritmico. Qualora si scelga di segnalare l'accento (per specifici e giustificati motivi) e questo risulti graficamente disallineato, andrà collocato sulla corretta lettera di riferimento e non nel punto in cui compare nel manoscritto. Quando, invece, l'orientamento della lettera risulti incerto, si adotterà l'accentuazione dell'uso moderno.

Le cediglie

L'utilizzo della cediglia dovrà essere sempre registrato, rispettando la fedeltà al manoscritto (Fig. 14).



Che gioua nellefata dar dicoçço

Fig. 14: trascrizione di una lettera con cediglia

3.2. I numeri

I numeri saranno trascritti nel modo in cui sono espressi nel manoscritto: in cifre arabiche o in numeri romani, a seconda di come appaiono nella carta (Figg. 15-16).

Quando annotati in numeri romani, questi verranno trascritti senza distinguere tra < i > e < j > e tra < u > e < v >. Inoltre, se ne faciliterà il riconoscimento trascrivendoli divisi per unità e circondati da punti.

I numeri in apice saranno trascritti tramite il carattere specifico corrispondente sovrascritto, posizionato dopo l'ultimo numero e prima del punto.



Comincia ilcapitolo .xui. 44.

Fig. 15: numeri romani. Fig. 16: cifre arabiche

3.3. Le abbreviazioni

Le abbreviazioni saranno trascritte prive di scioglimento tramite una tastiera specifica (Fig. 17), ancora una volta estrapolata dal *dataset* CATMuS. Questa presenta, infatti, dei caratteri speciali per ogni tipologia di abbreviazione, sviluppati grazie al progetto MUFI (*Medieval Unicode Font Initiative*).¹⁵ Tale scelta si basa sull'obiettivo di evitare interpretazioni di qualsiasi tipo, proprio poiché, in genere, lo scioglimento delle abbreviazioni non risponde a circostanze univoche.

¹⁵ Per approfondimenti su MUFI, progetto che mira ad uniformare la rappresentazione digitale dei segni grafici e dei caratteri speciali presenti nei manoscritti medioevali, cfr. la pagina web del progetto <https://mufi.info/q.php?p=mufi>, nonché Thibault Clérice e Ariane Pinche, "Choco-Mu-fi, a tool", <https://github.com/PonteIneptique/choco-mufin>.

In particolare, le abbreviazioni sono state quindi organizzate secondo tre categorie: 1. per *titulus* (Fig. 18); 2. per lettere sovrascritte (Fig. 19); 3. per caratteri speciali (Figg. 20-22). Le abbreviazioni per troncamento saranno indicate da un punto (< . >).

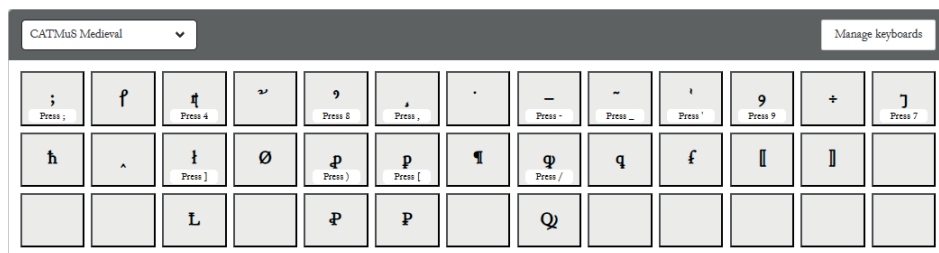
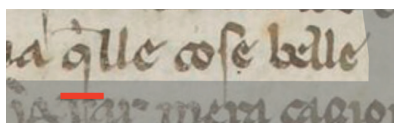


Fig. 17. Keyboard per le abbreviazioni¹⁶

Qualche esempio per le abbreviazioni più comuni in ambito dantesco:¹⁷



q̃lle cose belle

Fig. 18: abbreviazione resa da *q* con titulus, per cui *q(ue)* > *quelle*

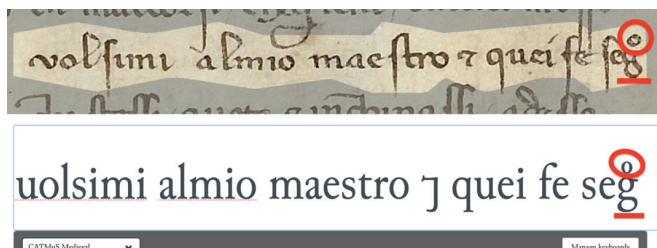
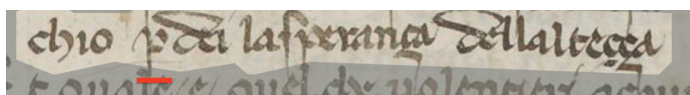


Fig. 19: abbreviazione resa da *o* sovrascritta su *g*, per cui *segno*

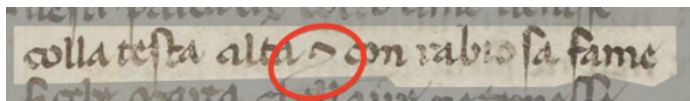
¹⁶ Anche in questo caso, bisogna scaricare la tastiera specifica dal seguente indirizzo <https://catmus-guidelines.github.io/tools.html>, selezionando *CATMuS Medieval* e procedere all'installazione come spiegato nella nota 1.

¹⁷ Per le altre abbreviazioni e per i loro codici MUFI, si rimanda a Pinche, "Guide de transcription", 10-12.



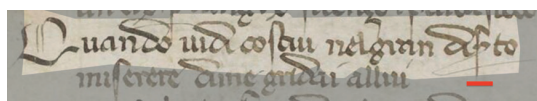
chio pdei lasperança dellalteçça

Fig. 20: abbreviazione resa dal carattere speciale *p* tagliata, per cui *p(er)* > *perdei*



colla testa alta et con rabiosa fame

Fig. 21: abbreviazione per carattere speciale nota tironiana, per cui *et*



Quando vidicostui nelgran dīsto

Fig. 22: abbreviazione per carattere speciale *s* tagliata, per cui *s(er)* > *diserto*

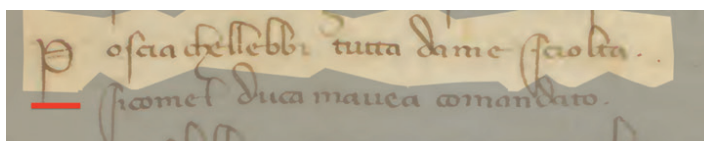
3.4. *La separazione delle parole*

Rispetto alle norme Pinche,¹⁸ al fine di restare più fedeli al manoscritto ed evitare ogni tipologia di arbitrarietà e soggettività, si è deciso di non separare mai le parole, ma di trascriverle così come sono presenti sul testimone. Ciò potrebbe creare una situazione favorevole per evitare anche i frequenti errori di spaziatura prodotti dall'HTR.

Un'eccezione

Solo nel caso di iniziali emarginate, se separate dalla parola di riferimento tramite spazio, si procederà ad univarbarle (Fig. 23).

¹⁸ Per approfondimenti sul criterio utilizzato da Pinche e i suoi collaboratori riguardo la separazione delle parole, cfr. Pinche, "Guide de transcription", 13 e segg.



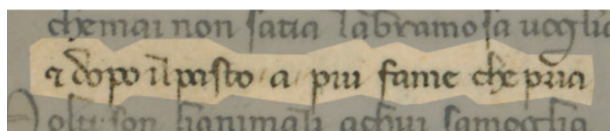
Poscia chellebbi tutta dame sciolta

Fig. 23: *P* univervata alla parola di riferimento, per cui *Poscia*

Quando, e se, il copista utilizza un segno per la sillabazione a fine verso, sarà utilizzato < - > (U+002D).

3.5. *La diastole*

La diastole (tratto di penna obliquo o verticale) si segnerà con lo slash < / > (U+002F), da trascrivere attaccato all'ultima lettera della parola che precede e seguito da spazio. Segnalare questo segno diacritico risulta fondamentale per distinguere, ad esempio, la funzione grammaticale della lettera di riferimento, in questo caso /a/ come verbo /ha/ e non come preposizione (Fig. 24).



e dopo il pasto/ a/ piu fame che pria

Fig. 24: trascrizione della diastole

3.6. *La punteggiatura*

La varietà della punteggiatura medievale sarà ridotta all'utilizzo di tre tipi di segni principali:

- < . > [U+002E] 'punto' per i punti singoli;
- < ; > [U+003B] 'punto e virgola' per i segni doppi;
- < , > [U+002C] 'virgola' per virgole.

Quando presenti, i punti esclamativi e interrogativi dovranno essere trascritti come tali. La trascrizione dei trattini deve essere ridotta a un segno: segno < - > [U+002D].

Fare sempre attenzione ad inserire uno spazio solo dopo il segno interpuntivo, mai prima. I segni interpuntivi, infatti, dovranno essere trascritti immediatamente dopo la lettera che seguono, senza spazio tra la parola e il segno.

Nel dettaglio, nella fig. 25, il punto è trascritto, senza spazio, dopo la parola *mente*, ma lo spazio è presente solo dopo il segno interpuntivo stesso.

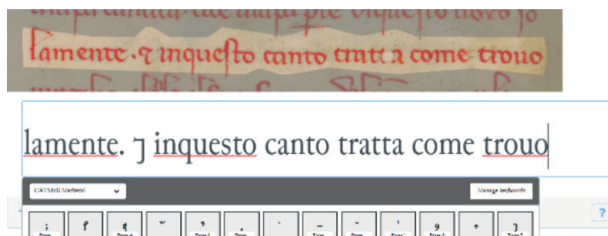


Fig. 25: spazio solo dopo il punto inserito dopo *mente*, non prima

Inoltre, quando una linea di scrittura presenta numerosi segni interpuntivi, ci si limiterà alla trascrizione di un massimo di quattro ripetizioni dello stesso simbolo.

3.7. Le correzioni

Si segnaleranno le correzioni di mano del copista o di successive mani, secondo le seguenti modalità:

- In caso di correzioni tramite testo espunto, biffato, sottolineato, ma con la lezione originaria ancora leggibile, si trascriverà quest'ultima tra parentesi doppie quadre, ossia < ¶ > [U+27E6] e < ¶ > [U+27E7] (Fig. 26);

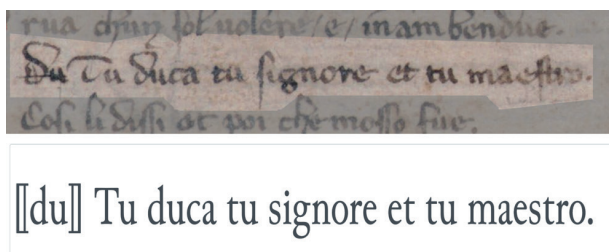


Fig. 26: *du* espunto, ma leggibile, tra parentesi doppie quadre

- Per le correzioni tramite rasatura o qualsiasi altro motivo, dove la lezione originaria è illeggibile, si inseriranno le parentesi doppie quadre predette senza alcuna lettera all'interno (< ¶¶ >) (Fig. 27);

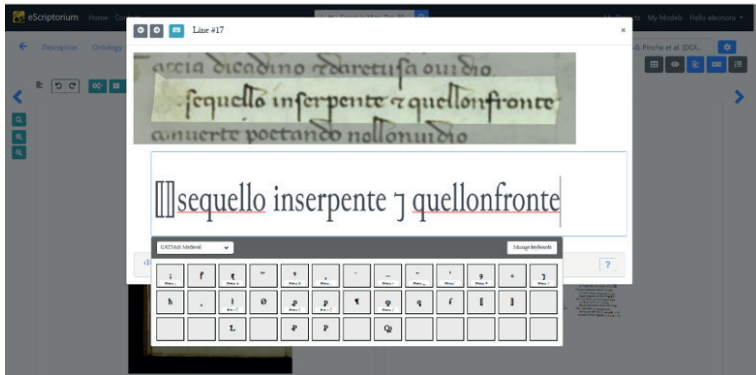


Fig. 27: parentesi quadre doppie vuote per il testo espunto e illeggibile

- Per correzioni del testo originario tramite rasura la quale è conseguentemente ricoperta dal testo nuovo e per correzioni tramite trasformazione di una lettera in un'altra, si trascriverà solo il testo o la lettera *recens* senza ulteriori indicazioni nella cella di trascrizione (Fig. 28). Tuttavia, il fenomeno sarà annotato nell'apposita sezione di *Text annotations*,¹⁹ spiegandone l'eziologia (Fig. 29).

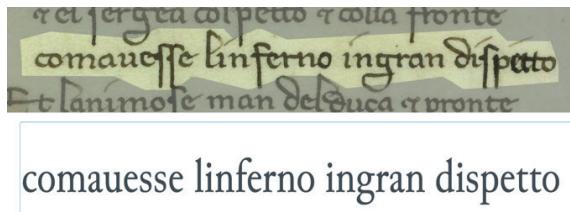


Fig. 28: trascrizione della *e* in *dispetto*, lettera *recens* rispetto la *i* originaria

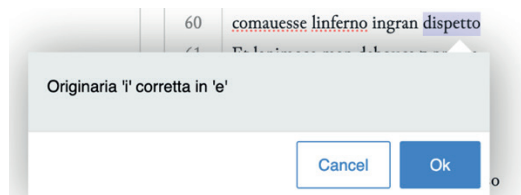
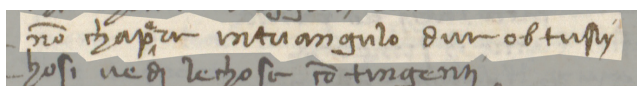


Fig. 29: spiegazione dell'eziologia della correzione in *Text annotations*

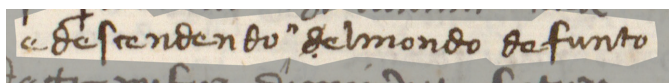
¹⁹ Per aggiungere questa opzione, andare in *Ontology > Text Annotation*. Aggiungere il tipo di annotazione desiderata: in questo caso *Correzioni* con sigla 'Cor'. Selezionare *Allow Comments* e, infine, *Update*. (Fig. 32). Ritornare in *Images* e selezionare la carta di interesse. Aprire poi la sezione *Text* (ultimo tasto della barra in alto a destra) e cliccare sulla sigla 'Cor' per attivarla. Cliccare due volte sulla parola di riferimento e annotare la dinamica del fenomeno nella finestra che appare.

- In caso di aggiunte o correzioni in interlinea, sarà necessario innanzitutto segmentare le lettere o le parole in interlinea marcadole rispettivamente o come *InterlinearLine:annotation* o *InterlinearLine:correction*. Questo non prima di aver aggiunto in *Ontology*, in particolare in *LineTypes* due nuovi tipi di linee di scrittura, ossia: *InterlinearLine:addition* e *InterlinearLine:correction*. In tal modo, quando una stringa testuale presenta delle lezioni con aggiunte/correzioni interlineari il trascrittore dovrà marcare l'aggiunta/correzione interlineare nel modo corretto e poi procedere annotando soltanto il testo sulla riga di scrittura principale, indicando l'aggiunta interlineare con il simbolo $\wedge$ (U+2038) (Figg. 30-31).



nõ chap $\wedge$ re intriangulo due obtusy

Fig. 30: *InterlinearLine:addition* > e aggiunta *chapre* > *chapere*



e descendendo $\wedge$ [[d]]elmondo defunto

by mariangela palomba (scripserium) on Mon Mar 31 2025 11:22:07 GMT+0100

Fig. 31: *InterlinearLine:correction* > *d* sostituita da *n del* > *nel*



Fig. 32: *Ontology* > *Line types* > *Add* > *Update*

Dinanzi a un testo di difficile decifrazione a causa di fattori esterni (come abrasioni della carta, macchie d'acqua e/o vari agenti infestanti) e non per correzioni riconducibili a mano umana, si procederà con la trascrizione senza ulteriori indicazioni delle sole parole leggibili (Fig. 33).



Sio ben la parola tua ãtesa

Fig. 33: trascrizione delle parole leggibili

3.8. I segni di rinvio

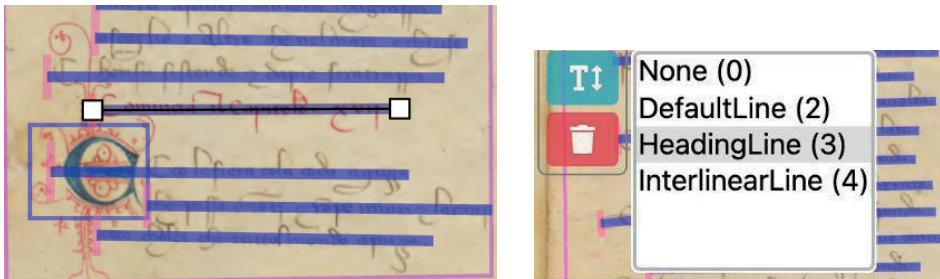
Nei manoscritti non è rara la presenza di segni funzionali, i quali segnalano aggiunte di testo, collegandole ad un'altra specifica sezione testuale. Questi saranno trascritti secondo le seguenti modalità:

- I segni funzionali che indicano la presenza di aggiunte a margine (croce, asterisco, obelo, etc.) saranno trascritti con il segno generico < ¶ > (U+205C);
- Gli accenti circonflessi e le barre oblique allungate utilizzati principalmente per glosse interlineari saranno indicati dal simbolo < ^ > (U+2038), per distinguerli dagli altri segni di rinvio che rimandano a un luogo più distante sul manoscritto. Il segno circonflesso si trascriverà immediatamente dopo la lettera che precede, seguito da spazio se si inserisce tra due parole, privo di spazio se posto all'interno di una parola;
- I segni paragrafali, che segnalano inizio e divisioni di unità semantiche (gamma capitolare, crochet alinéaire, pied-de-mouche), verranno trascritti con un unico segno: < ¶ > (U+00B6).

3.9. La segmentazione: alcune indicazioni

Per quanto riguarda la *mise en page*, in fase di segmentazione, fare attenzione a indicare tramite l'opzione *Region Mode* (secondo tasto della barra in alto a sinistra) le zone specifiche dello specchio di scrittura del testo, come ad esempio le colonne di testo. Per quanto riguarda la nomenclatura di tali zone si seguirà quanto riportato dal progetto SegmOnto.²⁰

Nel caso della *Commedia*, è fondamentale indicare le rubriche come *HeadingLine* (Figg. 34-35) e marcare le due colonne come due zone principali distinte e separate, definendole dunque *Mainzones* (Figg. 36-37).



Figg. 34-35: Rubrica in inchiostro rosso da marcare con *HeadingLine*

²⁰ Al link <https://segmonto.github.io/>, a cui si rimanda anche per tutte le sezioni specifiche.

4. Caso di studio: trascrizione semiautomatica di manoscritti in cancelleresca

La seguente sezione si propone di illustrare i risultati che il gruppo di ricerca ha ottenuto grazie all'addestramento dell'HTR applicato alla trascrizione della prima tipologia scrittoria scelta, ossia la cancelleresca (o *littera cursiva formata* secondo il vocabolario di CATMuS). Tale scrittura, infatti, oltre a essere particolarmente diffusa nei più antichi codici della *Commedia*, presenta un alto grado di leggibilità dovuto alla moderata presenza di legature e alla chiara rappresentazione delle lettere.

In questa fase iniziale di trascrizione, il lavoro è stato compiuto su un campione di sei manoscritti latori del poema dantesco, appartenenti al gruppo *a*₀ definito da Tonello,²¹ per i quali erano disponibili digitalizzazioni in formato IIIF. Di tali testimoni, inoltre, sono state scelte porzioni testuali differenti in modo tale da evitare che la macchina si vincolasse alla lettura di parole e lettere già incontrate e, di conseguenza, aumentarne la capacità di riconoscimento in contesti testuali variabili. I codici presi in esame sono i seguenti:

1. Firenze, Biblioteca Nazionale Centrale, Conventi Soppressi C III 1262;
2. Milano, Biblioteca Trivulziana, Trivulziano 1080;
3. Parigi, Bibliothèque National de France, Italien 71;
4. Venezia, Biblioteca Marciana, Italiano Zanetti 50;
5. Firenze, Biblioteca Medicea Laurenziana, Pluteo 40. 25;
6. Città del Vaticano, Biblioteca Apostolica Vaticana, Ottoboniense latino 2373.

Il motore Kraken è stato fornito di un *ground truth* corrispondente (per ognuno dei sei manoscritti) a circa tre-quattro carte, equivalente in media a sei-otto facciate contenenti dai 35 ai 45 versi, a seconda della grandezza e della compattezza dei diversi moduli di scrittura. Complessivamente, l'addestramento ha coinvolto quindi un totale di poco meno di venticinque carte, corrispondenti a quasi cinquanta facciate, dalle quali è stato possibile ottenere il *repository* visibile nella fig. 38 qui di seguito.

Naples Dante Project - HTR Repository

Characters	60946	Regions	100	Lines	2160	XML Files	30
------------	-------	---------	-----	-------	------	-----------	----

Fig. 38: HTR_Dante repository per la cancelleresca

²¹ Cfr. Tonello, *Sulla tradizione tosco-fiorentina della Commedia*, 195 e segg.

Dopo aver caricato su *eScriptorium* le specifiche carte digitalizzate e completato la fase di segmentazione, a partire dal modello CATmuS Medieval 1.5 (modello di base di trascrizione di testi medioevali, sviluppato nel già citato progetto CREMMALab) e con il supporto di Thibault Clérice, è stato sviluppato un nuovo modello (denominato *Italian model*), progettato specificatamente per la trascrizione di manoscritti latori della *Commedia* di Dante vergati in minuscola cancelleresca. Successivamente alla validazione dei dati,²² il modello ha raggiunto un tasso di affidabilità nella lettura e trascrizione superiore al 90%, come illustrato nei grafici esplicativi di seguito (Figg. 39-41), dove gli errori, come si vedrà, corrispondono essenzialmente a quelli generati dalla fenomenologia della copia meccanica, propria della trasmissione manoscritta.

Nello specifico, sulle ascisse dei grafici vi sono i *training samples*, ossia il numero crescente dei campioni di addestramento utilizzati per migliorare il modello (in questo caso le facciate delle carte, fino a un massimo di otto), mentre sulle ordinate vi sono i dati relativi al CER (Character Error Rate), ossia l'accuratezza della trascrizione dei caratteri, al WER (Word Error Rate), ossia l'accuratezza della trascrizione delle parole e al Delta-CER (Delta Character Error Rate), ossia la variazione del CER rispetto al punto di partenza (*baseline*), che genera quindi la curva di apprendimento. Si può dunque notare che quest'ultima evolve e migliora man mano che la macchina riceve maggiori dati di addestramento, rendendo evidente l'ottimo risultato raggiunto con questa prima tipologia scrittoria. Obiettivo del gruppo di ricerca dell'*HTR_Dante* è di replicare quanto svolto finora anche per le altre tre scritture.

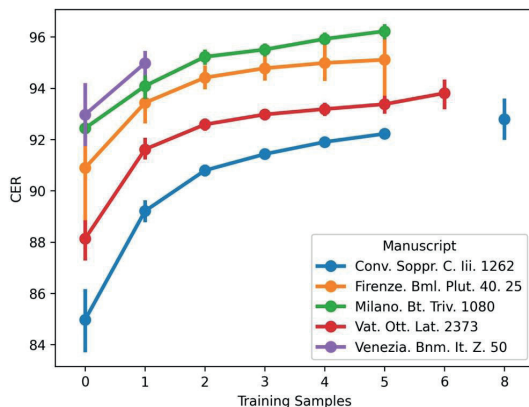


Fig. 39: Character Error Rate: accuratezza della trascrizione dei caratteri

²² Al link <https://youtu.be/ItJbg2jioKY>, è possibile consultare la spiegazione da parte di Clérice dei risultati delle trascrizioni inseriti in un *boxplot*, ossia un grafico statistico che riassume visivamente l'insieme dei dati con sull'ascissa la percentuale di riuscita della trascrizione e sull'ordinata i manoscritti presi in esame.

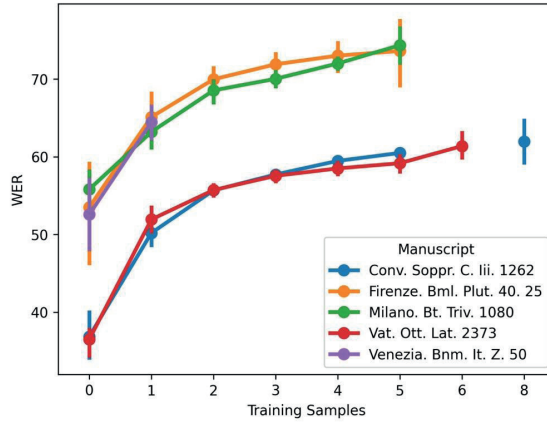


Fig. 40: Word Error Rate: accuratezza della trascrizione delle parole

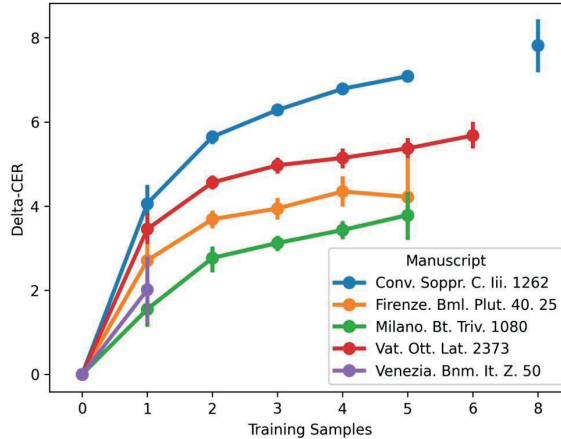


Fig. 41: Delta Character Error Rate: variazione del CER rispetto al punto di partenza (*baseline*)

Alcuni problemi generati dalla trascrizione automatica

Si procede ora con l'elenco di alcuni problemi di trascrizione riscontrati dall'HTR nella fase iniziale di trascrizione, frutto di diverse ambiguità verificatosi dinanzi ad evidenti somiglianze di tratti di più lettere.

Di seguito gli esempi di errori più eloquenti e meritevoli di discussione.

- Trascrizione scorretta della «s» e della «f»: la forma di tali lettere è caratterizzata dal *ductus* marcatamente corsivo, che genera un doppio tratto, erroneamente interpretato dall'HTR come due lettere distinte. Gli esempi di seguito provengono dal Trivulziano 1080 con «ssoglia» con doppia «s» (Fig. 42) e dal Conventi Soppressi C III 1262 con «ffigura» con doppia «f» (Fig. 43).

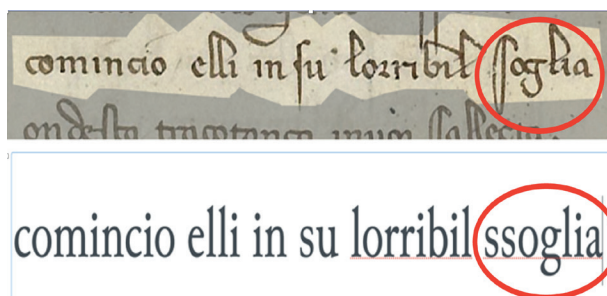


Fig. 42: Triv. 1080, c. 9r

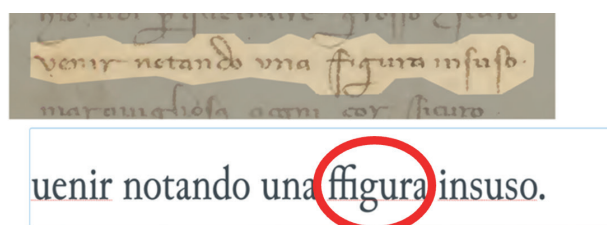


Fig. 43: Conv. Soppr. C III 1262, c. 16r

- Trascrizione scorretta della «l», la quale, nella sua forma cancelleresca, vede spesso la realizzazione corsiva dell'asta, motivo per cui tale tratto ricurvo discendente verso destra viene frainteso dall'HTR per il tratto superiore della «s» alta. Lo si nota nel Pluteo 40. 25 con «nes ciecho mondo» in luogo di «nel ciecho mondo» (Fig. 44).

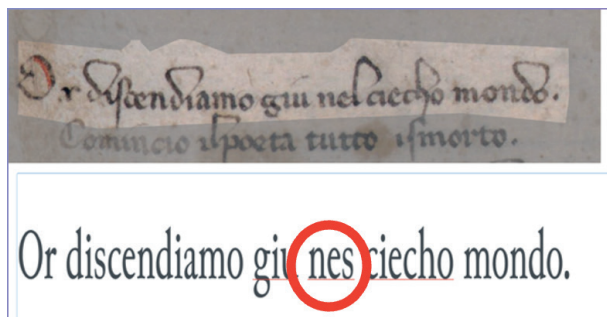


Fig. 44: Pluteo 40. 25, c. 4r

- I tratti verticali brevi delle lettere non sono sempre distinti e riconosciuti per varie ragioni. Ciò accade, ad esempio, nel Conventi Soppressi C III 1262 con il verso «Ma poi chi fui a pie dun colle giunto», dove si legge «fun» in luogo di «fui» e «guinto» in luogo di «giunto» (Fig. 45). La confusione può essere

agilmente spiegata dalla circostanza in cui i tratti verticali della «u», della «i» e della «n» appaiono molto simili tra loro, specialmente a causa della posatezza del *ductus* e della compattezza dei tratti, effettuati dal copista tramite decisi tocchi di penna.

Ma l'errore non si verifica solo a causa della somiglianza dei tratti. Nello Zanetti 50, infatti, si legge nella trascrizione «verra chella fara morir con dollici», in luogo di «verra chella fara morir con dollia» (Fig. 46): si è, dunque, dinanzi a un errore di trascrizione dovuto alla realizzazione della «a» dove il tratto finale verticale breve sembra una «i» preceduta da una «c» che chiude su di essa. Accade quindi che la «a» originaria venga letta come «c-i».

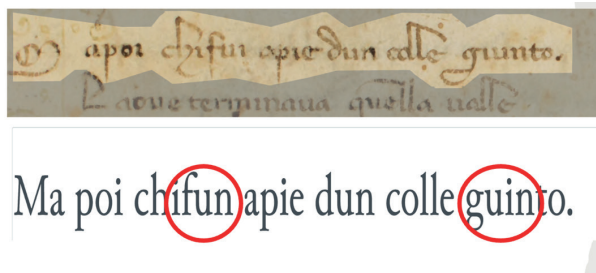


Fig. 45: Conv. Soppr. C III 1262, c. 1r

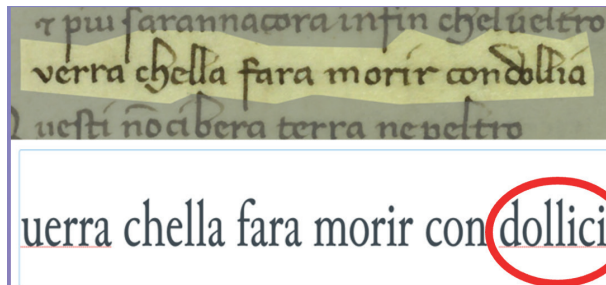


Fig. 46: Zanetti 50, c. 1v

- Errore nella distinzione tra «s» e «f», anch'esse confuse a volte fra loro. Ad esempio, nell'Italien 71 si legge «fi chiama inferno nella quale lauto[re]» (Fig. 47) e nel Conventi Soppressi C III 1262 si legge «guardai in alto et vidi le fue spalle» (Fig. 48). In entrambi i casi, la «s» è confusa con «f» a causa della evidente somiglianza tra le due lettere: il sistema, quindi, non riesce sempre a distinguere bene il breve tratto centrale orizzontale della «f», che appunto la distingue dalla «s».

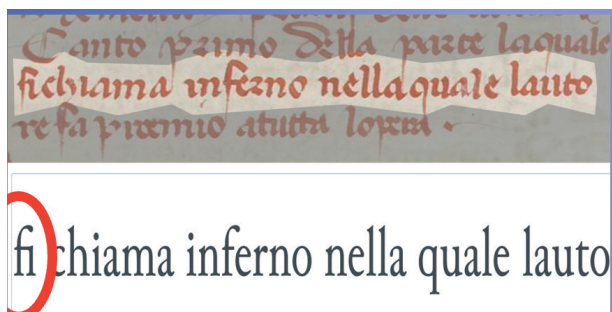


Fig. 47: Italien 71, c. 1r

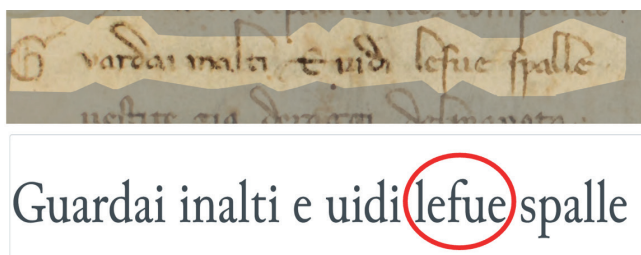


Fig. 48: Conv. Soppr. C III 1262, c. 1r

- Realizzazione scorretta dei nessi «st» ed «sc», i quali sono alle volte confusi tra loro, a causa – ancora una volta – della somiglianza dei tratti. È il caso dell'Ottoboniense 2373 con «poi si rivolse per la scrada lorda», dove in luogo di «strada» si legge «scrada» (Fig. 49). O, al contrario, nel Pluteo 40.25 con «Non lastiavan dandar perche dicessi» dove al posto di «lasciavan» è trascritto «lastiavan» (Fig. 50). Questo accade perché l'ultimo tratto curvo discendente verso destra della «s» si collega direttamente alla «c» o alla «t», non permettendo quindi alla macchina di distinguere agilmente il primo tratto della «t», che appunto differenzia la lettera dalla «c».

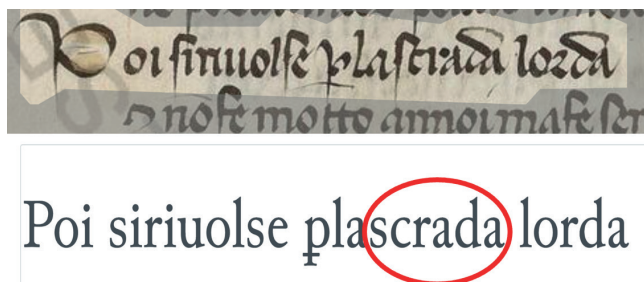


Fig. 49: Ottob. 2373, c. 10v

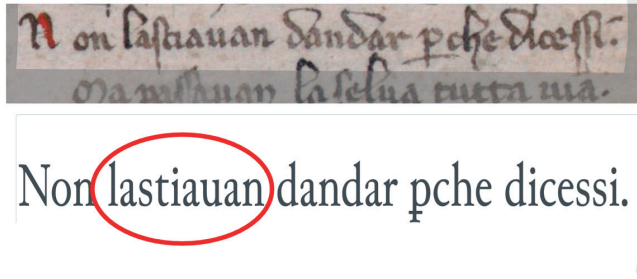


Fig. 50: Pluteo 40, 25, c. 4r

- I tratti orizzontali delle aste verticali della «l» e della «h» presentano dei prolungamenti che si estendono sia verso destra che verso sinistra, i quali sono letti dal sistema quasi sistematicamente come *titulus*. Lo si vede nello Zanetti 50 con «si chiama inferno nel quale capitolo fa lau[tore]», dove la «h» di «chiama» presenta questo tratto orizzontale verso destra, inteso erroneamente come *titulus*. (Fig. 51). Lo stesso accade nel Trivulziano 1080, con «chella mi fece intrar dentro quel muro» dove la «l» di «quel» presenta questo tratto orizzontale verso sinistra, letto anche qui come *titulus* (Fig. 52).

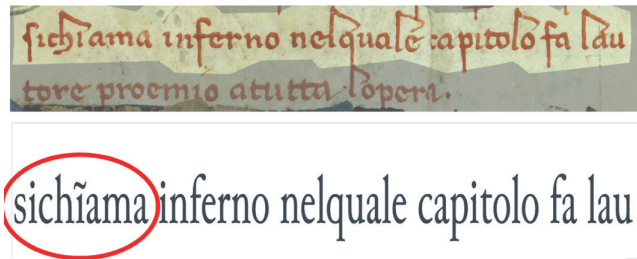


Fig. 51: Zanetti 50, c. 11



Fig. 52: Triv. 1080, c. 9r

- In modo simile al caso precedente, il tratto a bandiera della «d» è a volte letto dall'HTR come *titulus*. Lo si vede infatti nel Pluteo 40. 25 con «Andiamo chella via lungha noi sospinge», dove la «d» di «Andiamo» ha il tratto ricurvo che sormonta la «i» e parte della «a» ed è quindi letto come *titulus* (Fig. 53).

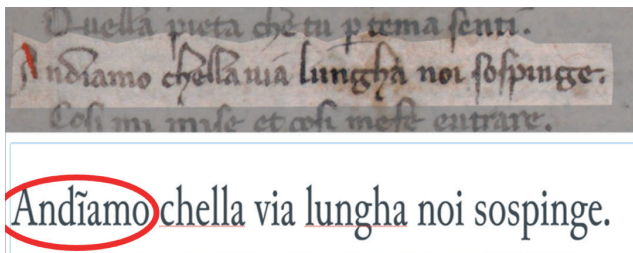


Fig. 53: Pluteo 40. 25, c. 4r

- Come per i tratti verticali brevi, anche i tratti curvi generano delle difficoltà. Lo si vede ad esempio nel Pluteo 40. 25 con «Gratia acquista nol cielo che siglauança», dove si legge «nol» in luogo di «nel», per evidente confusione di «o» ed «e», lettere simili nella loro circonferenza (Fig. 54).

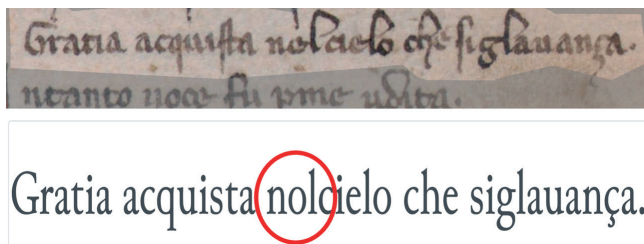


Fig. 54: Pluteo 40. 25, c. 4r

- Ultimo caso della rassegna è quello della «ç» (cedigliata), la quale non è sempre riconosciuta ed è letta come «g». Ciò accade, infatti, in tutti i manoscritti selezionati, anche se non sistematicamente. Lo si nota, ad esempio, nel Pluteo 40.25 con «Sembiança» in luogo di «Sembiança», dove la cediglia è evidentemente confusa per l'occhiello inferiore della «g» (Fig. 55).

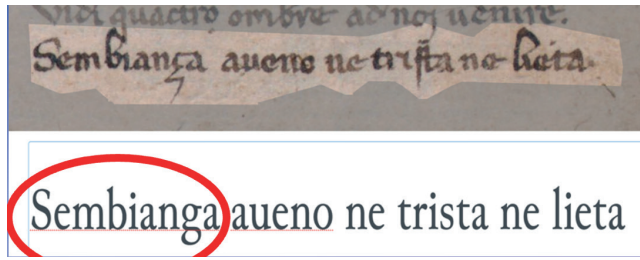


Fig. 55: Pluteo 40. 25, c. 4r

Considerazioni sulla fenomenologia dell'errore nell'HTR

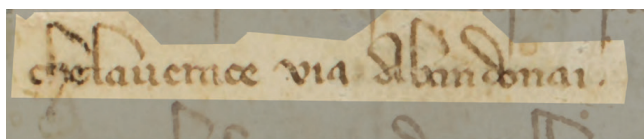
L'analisi complessiva della fenomenologia degli errori di trascrizione sopraelencati evidenzia come tali imprecisioni derivino da dinamiche riconducibili alla “copia meccanica”, caratteristiche tanto della trascrizione automatica quanto di quella manuale tradizionale. Come i copisti che, dinanzi a una lettura ambigua generata dalla somiglianza dei tratti delle lettere, tendono inconsciamente a sostituire un segno con un altro, così i sistemi di HTR sono portati a generare errori di analoga natura. Si tratta, pertanto, di errori prevalentemente di origine paleografica, imputabili a fattori meccanici piuttosto che interpretativi. Questo aspetto trova ulteriore conferma nel funzionamento stesso dell'HTR, poiché esso non usa strategie *post-processing* basate su conoscenze testuali, semantiche ed extratestuali, ma opera esclusivamente sul riconoscimento visivo dei segni grafici presenti sul supporto scrittorio, restituendo sequenze di caratteri prive di una valutazione del contesto e del significato. Quest'assenza di mediazione interpretativa e di senso critico, lungi dal rappresentare un limite, costituisce anzi uno dei principali punti di forza della tecnologia. Infatti, a differenza degli errori di tipo interpretativo, la cui individuazione e correzione risulterebbero più lente e articolate per la presenza di possibili contaminazioni o interpolazioni, tale tipologia di errori può essere corretta con facilità attraverso operazioni di *fine tuning* del modello. È quanto si è verificato nei casi precedentemente elencati, in cui le imprecisioni sono state rapidamente individuate dai revisori e corrette durante le fasi del *training*, consentendo di affinare progressivamente il processo di apprendimento del sistema ed evitare la reiterazione degli stessi errori.

L'ancor necessario intervento umano

L'intervento dei revisori, dunque, risulta imprescindibile nelle diverse fasi del *training*, esigenza che si manifesta con particolare evidenza soprattutto nei casi limite determinati dalle varianti di lettere riconducibili al *ductus* specifico di un copista, le quali possono generare notevoli difficoltà di interpretazione e trascrizione.

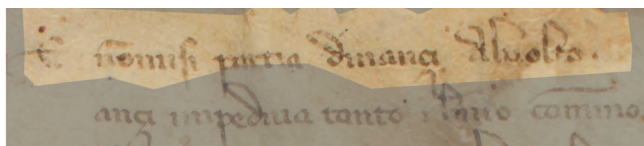
È quanto accade nel manoscritto Conventi Soppressi C III 1262, dove si possono leggere i versi «che la verace via abandonai» e «E non mi si partia dinanzi

al volto» (Figg. 56-57). Qui, ma anche altrove, la mano anonima effettua la «A» maiuscola in quattro tempi, consegnando una forma di lettera dove sembrano affiancarsi una «d» con asta inclinata verso sinistra, collegata da un tratto sottile a quella che sembra una «i» alta: il sistema legge, infatti, «d-i», per cui vengono restituite automaticamente le parole «dibandonai» e «dil volto». L'intervento dello spirito critico dell'uomo è quindi necessario al fine di far apprendere alla macchina che si è dinanzi ad una particolare realizzazione di «A» riconducibile al copista, in modo tale da poterla poi riconoscere sistematicamente.



chelauerace uia **dibandonai**

Fig. 56: Conv. Soppr. C III 1262, c. 1r



E nōmisi partia dinançi **diluolto.**

Fig. 57: Conv. Soppr. C III 1262, c. 1r

Ma caso ancor più interessante è quello generato dalla scrittura di Francesco di ser Nardo da Barberino, figura fondamentale nella trasmissione della *Commedia*, il quale si serve di una bastarda di base cancelleresca di tipo Cento per vergare i suoi manoscritti.²³ Tale scrittura di matrice corsiva viene disposta in modo regolare sulla carta e si caratterizza per l'elegante e ariosa esecuzione delle aste discendenti e ascendenti e degli occhielli, ma anche per la ridotta presenza di

²³ Sulla figura di Francesco di ser Nardo da Barberino e i manoscritti da lui vergati, cfr. Bertelli, "Dentro l'officina" e Bertelli, "I codici di Francesco di ser Nardo".

legature, tale da conferire alla maggior parte delle lettere una precisa e regolare realizzazione. Tra i tratti distintivi, è da sottolineare la tendenza all'ornamentazione delle maiuscole: circostanza che però crea delle difficoltà di lettura di quest'ultime, le quali, infatti, in questa prima fase di *training*, sono quasi sempre state trascritte in modo erraneo. Ma non solo, tali maiuscole sono soprattutto utilizzate per marcare l'inizio delle terzine dantesche, collocate in posizione emarginata rispetto allo specchio di scrittura delle colonne, motivo per cui è presente uno spazio tra queste e la parola di riferimento. Spazio che viene ogni volta individuato dalla macchina e registrato: il sistema, dunque, non è in grado di comprendere che la maiuscola debba essere unverbata al resto della parola.

Ed ancora, a causa della particolare cifra stilistica del copista, generata dalle caratteristiche proprie della sua personalità, le iniziali sono tutte connotate da tratti riconducibili unicamente alla scrittura di Francesco di ser Nardo. Nello specchietto di seguito (Fig. 58) si possono notare le maiuscole maggiormente utilizzate dal copista, dove sono evidenti sia la sinuosità dei tratti e che la presenza di diversi filetti utilizzati come elementi ornamentali, che vanno a caratterizzare ogni singola lettera.

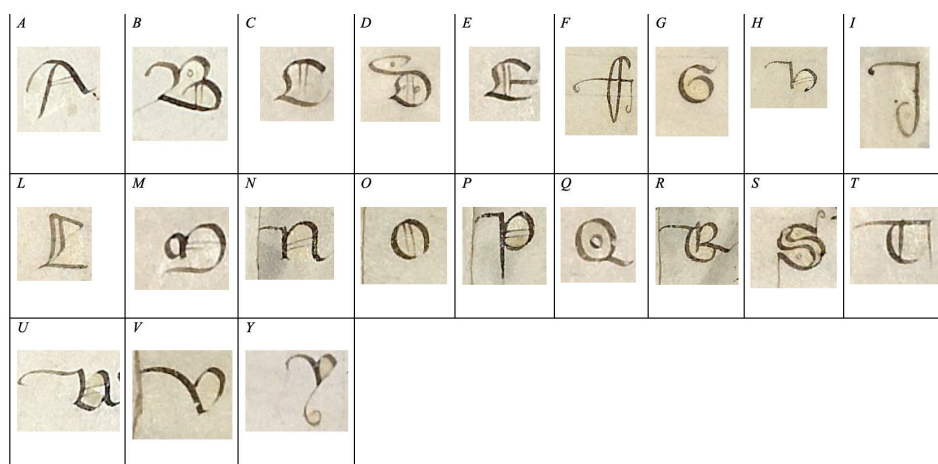


Fig. 58: maiuscole di Francesco di ser Nardo da Barberino

Dunque, il problema di lettura e conseguente trascrizione non è riconducibile solo alla presenza dello spazio tra maiuscola e resto della parola, ma risiede soprattutto nel fatto che il sistema commette frequentemente un errore di identificazione delle maiuscole stesse, le quali sfuggono ad una precisa normalizzazione già all'interno del sistema generale della tipologia scrittoria. Lo si può vedere nel verso «Volgiti indietro et tien lo viso chiuso», dove la maiuscola ad inizio del verso, una «V» ritoccata in giallo con due filetti obliqui al centro, è fraintesa per «A»,

e dunque «Aolgiti» (Fig. 59). Ma anche nel verso «Li rami schianta abbatte et porta fori», dove la «L» è caratterizzata da doppio tratto verticale e filetto obliquo, che partendo dal prolungamento del secondo tratto verticale, genera un piccolo occhiello: circostanza che fa confondere la macchina e le fa leggere «R», quindi «Ri rami» (Fig. 60). L'intervento umano risulta dunque essere estremamente necessario per un più raffinato addestramento del sistema.

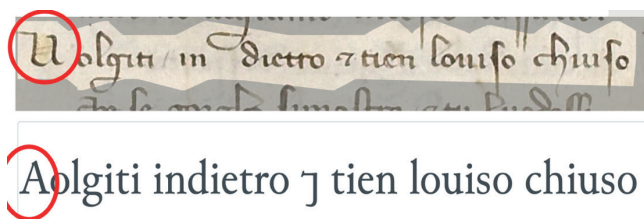


Fig. 59: Triv. 1080, c. 9v

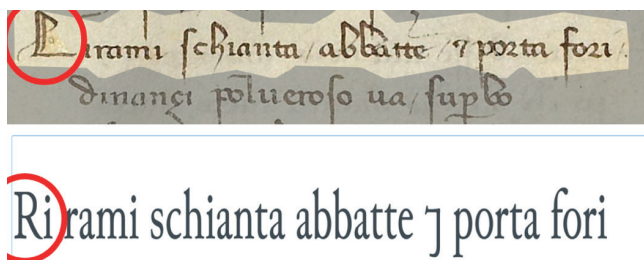


Fig. 60: Triv. 1080, c. 9v

A partire da quanto mostrato, risulta auspicabile introdurre dunque un ulteriore livello di annotazione – che implica una nuova fase di *training* – focalizzata anche sul particolare stile grafico del copista. Tale implementazione permetterebbe al sistema di associare una determinata e unica realizzazione grafica ad uno specifico amanuense, garantendo il riconoscimento dei caratteri e la loro corretta trascrizione, al seguito di un'opportuna fase di addestramento. A riguardo, infatti, il gruppo *HTR_Dante* ha avviato una collaborazione con i ricercatori di Paleografia Computazionale dell'Università Roma Tre, ai quali si deve un lavoro promettente inerente al riconoscimento automatico della mano di copisti.²⁴ L'obiettivo di questa sinergia è la realizzazione di un altro sotto-progetto del contenitore *Naples Dante Project*, denominato *Hands Over Dante*, finalizzato allo sviluppo di modelli di identificazione automatica della specifica grafia dei singoli scribi e successiva trascrizione. In particolare, la collaborazione

²⁴ Per approfondimenti sul gruppo di ricerca e sul progetto cfr. Lastilla et al., "Selfsupervised learning for medieval handwriting identification".

tra l'Università Roma Tre e il gruppo napoletano mira ad addestrare un *tool* di *features* paleografici basato su una *Convolutional Neural Network* (CNN) alimentata con dati di *ground truth* desunti dalla paleografia dantesca. Un esperimento preliminare consiste, infatti, nell'addestramento della CNN utilizzando dati GT provenienti da manoscritti di copisti di primo Trecento – tra cui lo stesso Francesco di ser Nardo da Barberino, di cui prima – attivi digraficamente in cancelleresca e in *textualis*.

In conclusione, lo sviluppo di modelli di HTR specifici per le diverse tipologie scrittorie con cui sono stati vergati i manoscritti della *Commedia* e il raffinamento dell'identificazione automatica delle mani dei singoli copisti consentiranno di ottenere trascrizioni automatiche complete dell'intera tradizione dell'opera. Si tratta, pertanto, di una direzione di lavoro in grado di offrire un contributo significativo alla ricostruzione e allo studio della complessa storia testuale del poema. Va tuttavia sottolineato che le tecnologie di riconoscimento e le diverse risorse digitali non sostituiscono l'intervento umano: esse costituiscono strumenti di supporto che integrano, ma non eliminano l'analisi e il giudizio critico del filologo e del paleografo, la cui competenza resta imprescindibile in tutte le fasi del processo.

Bibliografia

- Bazzaco, Stefano. "La trascrizione automatica di documenti a stampa antichi. Appunti per un modello di riconoscimento della tipografia in corsivo". *DigItalia* 19, nr. 1 (2024): 63-86. <https://doi.org/10.36181/digitalia-00094>.
- Bertelli, Sandro. "I codici di Francesco di ser Nardo da Barberino". *Rivista di studi danteschi* 3, nr. 2 (2003): 408-421.
- Bertelli, Sandro. "Dentro l'officina di Francesco di ser Nardo da Barberino". *L'Alighieri* 47, nr. 28 (2006): 77-90.
- Clérice, Thibault, Ariane Pinche, Malamatenia Vlachou-Efstathiou, et al. "CATMuS Medieval: A multilingual large-scale cross-century dataset in Latin script for handwritten text recognition and beyond". In *International Conference on Document Analysis and Recognition*, edited by Elisa H. Barney Smith, Marcus Liwicki, Liangrui Peng. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2024. <https://inria.hal.science/hal-04453952v1>
- De Robertis, Teresa. "Struttura e scritture nel Laurenziano Plut. 40.7". In *Dante Alighieri, 'Commedia'. Firenze, Biblioteca Medicea Laurenziana, Plut. 40.7. Commentario*, a cura di Sonia Chiodo, Teresa De Robertis, Gennaro Ferrante, Andrea Mazzucchi. Roma: Istituto della Enciclopedia Italiana, 2018. <https://www.researchgate.net/publication/340503739>.
- Ferrante, Gennaro. "Il ms. Laurenziano Plut. 40. 7: indagine sul testo e sull'apparato iconografico originario". In *Dante Alighieri, 'Commedia'. Firenze, Biblioteca Medicea Laurenziana, Plut. 40.7. Commentario*, a cura di Sonia Chiodo, Teresa De Ro-

- bertis, Gennaro Ferrante, Andrea Mazzucchi. Roma: Istituto della Enciclopedia Italiana, 2018. <https://www.researchgate.net/publication/340503739>.
- Ferrante, Gennaro. "Illuminated Dante Project. Per un archivio digitale delle più antiche illustrazioni della Commedia. I. Un case study quattrocentesco (Mss. Italien 74, Riccardiano 1004 e Guarneriniano 200)". In *Dante Visualizzato. Carte ridenti II. XV secolo. Prima parte* a cura di Marcello Ciccuto e Leyla M.G. Livraghi. Firenze: Franco Cesati Editore, 2019. <https://www.researchgate.net/publication/334272300>.
- Ferrante, Gennaro. "Verso il Naples Dante Project. Recensio digitale integrale dei codici della *Commedia* di Dante". In *«A guida d'uomo che 'n dubbio si raccerta». Vecchie e nuove prospettive per la biografia e l'opera dantesca*, a cura di Rebecca Bardi e Leonardo Canova. Firenze: Franco Cesati Editore, 2024. <https://www.researchgate.net/publication/386506607>.
- Fischer, Andreas, Markus Wuthrich, Marcus Liwicki, et al. "Automatic Transcription of Handwritten Medieval Documents". In *Proceedings of the 15th International Conference on Virtual Systems and Multimedia*, edited by Robert Sablatnig, Martin Kampel, Martin Lettner. Los Alamitos (CA): IEEE Computer Society, 2009.
- Gabay, Simon, Ariane Pinche, Kelly Christensen, and Jean-Baptiste Camps. "SegmOnto: A Controlled Vocabulary to Describe and Process Digital Facsimiles". *Journal of Data Mining & Digital Humanities* (2024): 1-25. <https://jdmhdh.episciences.org/14953>.
- Kahle, Philip, Sebastian Colutto, Günter Hackl, and Günter Mühlberger. "Transkribus - A Service Platform for Transcription, Recognition and Retrieval of Historical Documents". *14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition*, 2017.
- Kiessling, Benjamin. "Kraken - A Universal Text Recognizer for the Humanities". In *Digital Humanities*, Utrecht, 2019. <https://hal.science/hal-04936936v1>.
- Kiessling, Benjamin, Robin Tissot, Peter Stokes, and Daniel Stökl Ben Ezra. "eScriptorium: An Open Source Platform for Historical Document Analysis". *International Conference on Document Analysis and Recognition Workshops*, 2019. <https://hal.science/hal-04937198v1>.
- Lastilla, Lorenzo, Serena Ammirati, Donatella Firmani, Nikos Komodakis, Paolo Merialdo, and Simone Scardapane. "Selfsupervised learning for medieval handwriting identification: A case study from the Vatican Apostolic Library". *Information Processing & Management* 59, nr. 3 (2022): 1-20. <https://hdl.handle.net/11573/1611118>.
- Leonardi, Lino. "Filologia digitale del Medioevo italiano". *Griseldaonline* 20, nr. 2 (2021): 77-89. <https://doi.org/10.6092/issn.1721-4777/12817>.
- Mühlberger, Günter, Louise Seaward, Melissa Terras, et al. "Transforming scholarship in the archives through Handwritten Text Recognition. Transkribus as a case study". *Journal of Documentation - Emerald Publishing* 75, nr. 5 (2019): 954-976. <https://www.emerald.com/jd/article-pdf/75/5/954/1398560/jd-07-2018-0114.pdf>.
- Pinche, Ariane. "Guide de transcription pour les manuscrits du Xe au XVe siècle". *Hal open science* (2022): 1-22. <https://hal.science/hal-03697382v1>.

- Pinche, Ariane. "Generic HTR Models for Medieval Manuscripts. The CREMMA-Lab Project". *Journal of Data Mining & Digital Humanities* (2023): 1-20. <https://doi.org/10.46298/jdmdh.10252>.
- Rice, Stephen, Junichi Kanai, and Thomas Nartker. "An evaluation of OCR accuracy". *Information Science Research Institute* 9, nr. 20 (1993): 9-33. <https://www.researchgate.net/publication/243780291>.
- Salarelli, Alberto. "International Image Interoperability Framework (IIIF): una panoramica". *JLIS.it* 8, nr. 1 (2017): 51-66. <https://air.unipr.it/bitstream/11381/2825535/1/12090-22175-3-PB.pdf>.
- Stokes, Peter, Benjamin Kiessling, Daniel Stökl Ben Ezra, Robin Tissot, and Gargem El Hassane. "The eScriptorium VRE for Manuscript Cultures". *Classics Journal, Ancient Manuscripts and Virtual Research Environments* 18 (2021). <https://classics-at.chs.harvard.edu/classics18-stokes-kiessling-stokl-ben-ezra-tissot-gargem/>.
- Tonello, Elisabetta. *Sulla tradizione tosco-fiorentina della Commedia di Dante (secoli XIV-XV)*. Padova: libreriauniversitaria.it, 2018.

