

# संस्कृत नाट्यकार भास के रूपकों के कॉलेज-स्तरीय अध्ययन में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) का अनुप्रयोग: डिजिटल मानविकी और शैक्षणिक नवाचार का विस्तृत प्रतिवेदन ।

Dr.GOVINDBHAI CHAUDHARI Smt.A P Patel Arts & Late Shri N P Patel Commerce College.Naroda,Ahmedabad. Gujarat.

शोधपत्र के लिए महत्वपूर्ण कीवर्ड्स (Keywords)

1. भास (Bhasa)
2. संस्कृत नाट्य साहित्य (Sanskrit Drama)
3. कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI)
4. डिजिटल मानविकी (Digital Humanities)
5. प्राकृतिक भाषा संसाधन (NLP)
6. भास समस्या (Bhasa Samasya)
7. लेखकत्व निर्धारण (Authorship Attribution)
8. स्टाइलॉमेट्री (Stylometry)
9. सन्धि विच्छेद (Sandhi Resolution)
10. प्राकृत अनुवाद (Prakrit Translation)
11. शैक्षणिक नवाचार (Pedagogical Innovation)
12. लार्ज लैंग्वेज मॉडल (LLM)
13. RAG मॉडल (Retrieval-Augmented Generation)
14. SanskritShala / START Framework
15. स्वचालित प्रश्न निर्माण (AQG)

## भाग १:

# भास का साहित्यिक महत्त्व और डिजिटल मानविकी की आवश्यकता

## १.१. महाकवि भासः काल निर्धारण, रूपकों का अवलोकन और विशिष्टताएँ ।

महाकवि भास संस्कृत नाट्य साहित्य के इतिहास में एक अत्यंत प्रतिष्ठित और फिर भी रहस्यमय स्थान रखते हैं। उन्हें कालिदास से भी पूर्व का एक प्रारंभिक भारतीय नाटककार माना जाता है। विद्वानों द्वारा उनके काल निर्धारण के अनुमान चौथी शताब्दी ईसा पूर्व से लेकर चौथी शताब्दी ईस्वी तक भिन्न हैं, हालांकि वर्तमान में उनके तेरह नाटकों (भास-नाटकचक्रम्) को पहली या दूसरी शताब्दी ईस्वी के करीब माना जाता है। कालिदास ने स्वयं अपने नाटक 'मालविकाग्निमित्रम्' की प्रस्तावना में भास जैसे 'विद्वान लेखकों' के कार्यों की उपेक्षा न करने का उल्लेख किया था, जो उनके समय तक भास की स्थापित प्रसिद्धि को दर्शाता है। भास के तेरह नाटकों की पांडुलिपियां सदियों से लुप्त थीं और भारतीय विद्वान टी. गणपति शास्त्री द्वारा १९१० में इनकी पुनर्खोज ने संस्कृत साहित्य के इतिहास को पुनर्परिभाषित किया। ये रूपक विविध कथा स्रोतों पर आधारित हैं:

1. रामायण-आधारित: प्रतिमा-नाटकम् और अभिषेक-नाटकम् ।
  2. महाभारत-आधारित: कर्णभारम्, ऊरुभंगम् (जो एकांकी के उत्कृष्ट उदाहरण हैं), दूतवाक्यम्, मध्यमव्यायोगम्, और पंचरात्रम् । 3. उदयन-कथा पर आधारित: स्वप्नवासवदत्तम् और प्रतिज्ञायौगन्धरायणम्, जो बृहत्कथा और कथासरित्सागर से लिए गए हैं ।
  3. मौलिक या अर्ध-सामाजिक नाटक: चारुदत्तम् (जिसे दरिद्र चारुदत्तम् भी कहा जाता है) और अविमारकम् ।
- भास की विशिष्टता उनके नाटकीय नवाचारों में निहित है। जबकि कालिदास के नाटक बाद में गीतिप्रधान और धार्मिक बन गए, भास ने अपने रूपकों में यथार्थवाद, सामाजिक कॉमेडी, और 'इंटीग्रेट' (intrigue) की शुरुआत की। उदाहरण के लिए, चारुदत्तम् को संस्कृत में सामाजिक कॉमेडी को यथार्थवादी ढंग से प्रस्तुत करने वाला पहला नाटक माना जाता है।

## १.२. भास के रूपकों के अध्ययन की अंतर्निहित चुनौतियाँ ।

कॉलेज स्तर पर भास के नाटकों का गहन अध्ययन छात्रों के लिए कई जटिल चुनौतियाँ प्रस्तुत करता है, जिन्हें दूर करने में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण है। सबसे पहली चुनौती जटिल भाषाई संरचना की है। संस्कृत ग्रंथों की प्रकृति, विशेष रूप से नाट्य ग्रंथों में प्रयुक्त लंबे समास और कठिन सन्धि विच्छेद, पाठ के अर्थ को सीधे ग्रहण करने में बाधा डालते हैं। जब छात्र भाषाई बाधाओं में उलझ जाते हैं, तो उनका ध्यान व्याकरणिक विश्लेषण पर अधिक और साहित्यिक आलोचना, जैसे कि कथानक, चरित्र विकास और रस की अभिव्यक्ति, पर कम केंद्रित हो जाता है। AI उपकरण इस प्राथमिक कठिनाई को दूर करने के लिए आवश्यक हैं।

दूसरी चुनौती प्राकृत भाषाओं का प्रभुत्व है। संस्कृत नाटकों में समाज के विभिन्न वर्गों के पात्रों द्वारा विभिन्न प्राकृतों (जैसे शौरसेनी, मागधी) का प्रयोग किया जाता है। प्राकृत व्याकरण और शब्दावली को समझना छात्रों के लिए एक अतिरिक्त भाषाई भार है, जिससे AI-आधारित अनुवाद और व्याख्या की आवश्यकता उत्पन्न होती है। भास के नाटकों में प्राकृत संवादों का अनुवाद और व्याकरणिक विश्लेषण AI के उपयोग से सुगम हो सकता है, जिससे छात्र बिना किसी बड़ी रुकावट के पाठ की समग्र गतिशीलता का अनुभव कर सकें।

तीसरी और सबसे महत्वपूर्ण चुनौती पाठकीय विवाद है, जिसे 'भास समस्या' के नाम से जाना जाता है। १९१० में गणपति शास्त्री द्वारा खोजे गए इन तेरह रूपकों के लेखकत्व को लेकर सदियों से आलोचना और विवाद रहे हैं। कुछ विद्वान इन सभी को भास की कृति मानते हैं, जबकि अन्य कुछ को केरल के चाक्यार नटों की रचना मानते हैं, या यह मानते हैं कि वर्तमान रूप नटों द्वारा परिवर्तित या संक्षिप्त किया गया है। यह विवाद आधुनिक डिजिटल मानविकी (Digital Humanities) तकनीकों, विशेष रूप से स्टाइलॉमेट्री (Stylometry) के लिए एक प्राकृतिक शोध प्रश्न प्रस्तुत करता है। इस विवाद को कॉलेज स्तर पर मात्रात्मक रूप से पढ़ाना, छात्रों को गंभीर

डिजिटल शोध विधियों से परिचित कराता है।

### १.३. भारतीय ज्ञान प्रणाली (IKS) और डिजिटल संस्कृत का वर्तमान परिदृश्य ।

भारत में संस्कृत अध्ययन के आधुनिकीकरण में डिजिटल मानविकी का अभिसरण महत्वपूर्ण है। राष्ट्रीय शिक्षा नीति (NEP) २०२० ने भारतीय ज्ञान प्रणाली (IKS) को मान्यता दी है, जिससे संस्कृत अध्ययन को आधुनिक शोध और शिक्षा में शामिल करने का मार्ग प्रशस्त हुआ है। हालांकि, संस्कृत संस्थानों को अक्सर अपर्याप्त फंडिंग का सामना करना पड़ता है, जो व्यापक AI उपकरणों और आधुनिक पाठ्यक्रमों के विकास में बाधा उत्पन्न करता है।

वर्तमान डिजिटल परिदृश्य में, पाठ डिजिटलीकरण (Text Digitization) एक मजबूत आधार प्रदान करता है। डिजिटल लाइब्रेरी ऑफ इंडिया (DLI) और मुक्तबोधा डिजिटल लाइब्रेरी जैसी पहलों ने हजारों पांडुलिपियों को उपलब्ध कराया है। इसके अतिरिक्त, SARIT (Search and Retrieval of Indic Texts) जैसे प्रोजेक्ट एनोटेटेड पाठ प्रदान करते हैं, जो AI मॉडल को उच्च गुणवत्ता वाले डेटा पर प्रशिक्षित करने के लिए आवश्यक हैं। OCHS मैन्युस्क्रिप्ट डेटाबेस प्रोजेक्ट जैसे ओपन-एक्सेस डेटाबेस भी प्राथमिक स्रोतों तक पहुंच को बढ़ाते हैं। ये नवाचार भास के नाटकों के पाठकीय विश्लेषण और संरक्षण को बढ़ाते हैं, जो साहित्यिक अध्ययन की नींव हैं।

## भाग २: संस्कृत एनएलपी और डिजिटल आधारभूत उपकरण ।

### २.१. संस्कृत व्याकरण (पाणिनि) की AI अनुकूलता का सैद्धांतिक आधार

संस्कृत की अद्वितीय संरचना इसे प्राकृतिक भाषा प्रसंस्करण (NLP) के लिए एक आदर्श उम्मीदवार बनाती है। महर्षि पाणिनि द्वारा अष्टाध्यायी में संहिताबद्ध नियतात्मक और सटीक व्याकरणिक नियम प्रणाली, संस्कृत की संरचनात्मक परिशुद्धता का मूलभूत कारण है। यह संरचित प्रकृति कम्प्यूटेशनल मॉडलों में अस्पष्टता को कम करने में सहायक है, जिससे AI उपकरण उच्च सटीकता के साथ संस्कृत का विश्लेषण कर पाते हैं। प्राचीन भारतीय वैयाकरणों ने वाक्य विश्लेषण के लिए जिन तरीकों का उपयोग किया था, वे आधुनिक कृत्रिम बुद्धिमत्ता में उपयोग किए जाने वाले ज्ञान प्रतिनिधित्व स्कीमा (Knowledge Representation Schemes) और सिमेंटिक नेट (Semantic Nets) के साथ सीधा समानांतरण दर्शाते हैं। इसका तात्पर्य यह है कि संस्कृत की अंतर्निहित तार्किक संरचना, सहस्राब्दियों पुराने सिद्धांतों के माध्यम से, आधुनिक कम्प्यूटेशनल तर्क के अनुकूल है। यही कारण है कि संस्कृत NLP उपकरण, जो इस तार्किक संरचना का लाभ उठाते हैं, सन्धि-विच्छेद और पार्सिंग जैसे भाषाई कार्यों में अन्य भाषाओं की तुलना में अधिक विश्वसनीय सटीकता प्रदान करने में सक्षम होते हैं। इस विश्वसनीयता से भास के जैसे जटिल शास्त्रीय पाठों पर कॉलेज स्तर के छात्रों का शैक्षणिक اعتماد (academic reliance) बढ़ता है।

### २.२. पाठों का डिजिटलीकरण और संसाधन संग्रह

उच्च शिक्षा में भास के रूपकों का अध्ययन करने के लिए, डिजिटल पाठों और संवर्धित डेटा (annotated data) का एक मजबूत संग्रह आवश्यक है।

| आवश्यकता<br>(Requirement) | तकनीकी समाधान<br>(Technical Solution) | उदाहरण परियोजना<br>(Example Project)          | भास अध्ययन पर प्रभाव<br>(Impact on Bhasa Studies)                          |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| पाठ पहुंच और संरक्षण      | Text Digitization & OCR               | Digital Library of India (DLI), OCHS Database | पांडुलिपि भिन्नताओं (variants) का अध्ययन, पाठ की उपलब्धता सुनिश्चित करना।  |
| एनोटेशन और सहयोगी शोध     | Interactive Annotation Framework      | START Framework                               | गोल्ड डेटा (Gold Data) का निर्माण, छात्रों द्वारा इंटरैक्टिव पाठ विश्लेषण। |

## Volume - 2

| आवश्यकता<br>(Requirement) | तकनीकी समाधान<br>(Technical Solution) | उदाहरण परियोजना<br>(Example Project) | भास अध्ययन पर प्रभाव<br>(Impact on Bhasa Studies)              |
|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| ज्ञान विज्ञान अलाइजेशन    | Network Visualization Tools           | Pāṇḍitya                             | भास के कार्य को बृहत्कथा और कमेंट्री नेटवर्क में स्थापित करना। |
| उन्नत भाषाई विश्लेषण      | Neural NLP Toolkits                   | SanskritShala                        | वास्तविक समय में व्याकरणिक विखंडन और पार्सिंग।                 |

उपर्युक्त तालिका में प्रदर्शित, डिजिटल मानविकी उपकरण छात्रों को भास के पाठों पर शोध करने के लिए आधारभूत संरचना प्रदान करते हैं। OCR (Optical Character Recognition) तकनीकों का उपयोग देवनागरी लिपि के लिए विशेष रूप से अनुकूलित किया गया है, जो डिजिटल संरक्षण और ग्रंथों की पहुंच को बढ़ाता है। SARIT जैसी परियोजनाएँ विद्वत्तापूर्ण सटीकता सुनिश्चित करते हुए एनोटेटेड पाठ प्रदान करती हैं, जो विशेष रूप से भास जैसे प्राचीन नाटककारों के पाठों की पाठकीय भिन्नताओं (textual variants) पर कार्य करने के लिए आवश्यक हैं।

### २.३. व्याकरणिक विश्लेषण हेतु उपकरण: SanskritShala और START Framework.

भास के रूपकों के अध्ययन को सुगम बनाने के लिए दो प्रमुख NLP उपकरण फ्रेमवर्क उपलब्ध हैं जो कॉलेज स्तर की कक्षाओं के लिए अत्यधिक उपयोगी हैं:

#### SanskritShala (A Neural Sanskrit NLP Toolkit)

SanskritShala एक वेब-आधारित न्यूरल NLP टूलकिट है, जो भास के पाठों का वास्तविक समय में उन्नत भाषाई विश्लेषण प्रदान करता है।

- पद-विभाजन (Word Segmentation):** यह टूलकिट सन्धि नियमों के कारण जुड़े हुए शब्दों को स्वचालित रूप से उनके घटक शब्दों में विभाजित करती है। यह भास के पाठों में छात्रों के सामने आने वाली प्राथमिक भाषाई बाधा को प्रभावी ढंग से दूर करता है, जिससे छात्र सीधे शब्दों के अर्थ को समझ पाते हैं।
- रूप-रचना विश्लेषण (Morphological Tagging):** यह प्रत्येक शब्द के लिए व्याकरणिक जानकारी (जैसे पद, लिंग, वचन, कारक) प्रदान करता है। यह छात्रों को जटिल श्लोकों की सटीक व्याख्या करने में मदद करता है और संस्कृत व्याकरण के गहरे ज्ञान को व्यावहारिक रूप से लागू करवाता है।
- निर्भरता पार्सिंग (Dependency Parsing):** यह वाक्य के भीतर शब्दों के वाक्यात्मक संबंधों को स्थापित करता है, जो लंबे और जटिल संस्कृत गद्य और छंदों की संरचना को स्पष्ट रूप से समझने में महत्वपूर्ण है।
- समास पहचान (Compound Type Identification):** भास के नाटकों में अक्सर लंबे समास पाए जाते हैं। SanskritShala इन समासों को तोड़कर उनके प्रकार (जैसे तत्पुरुष, बहुव्रीहि) की पहचान करता है।

#### START Framework (Sanskrit Teaching, Annotation, and Research Tool)

START ढाँचा एनोटेशन, सहयोगी उपकरण और अनुसंधान क्षमताओं को जोड़ता है। यह शिक्षण और शोध के बीच एक सेतु का कार्य करता है।

- इंटरैक्टिव पाठ विश्लेषण:** यह टूलकिट छात्रों को वास्तविक समय में पाठों का विश्लेषण करने और एनोटेशन बनाने की अनुमति देता है, जिससे पहुंच और अन्तरक्रियाशीलता (interactivity) में सुधार होता है।
- गोल्ड डेटा निर्माण:** START की एक महत्वपूर्ण विशेषता यह है कि यह शिक्षकों और शोधकर्ताओं को अर्ध-स्वचालित रूप से एनोटेट किए गए पाठों को मैनुअल रूप से संपादित करके उच्च-गुणवत्ता वाला

"गोल्ड डेटा" कॉर्पस बनाने की सुविधा देता है। इस प्रक्रिया द्वारा निर्मित त्रुटिहीन डेटा मशीन प्रशिक्षण के लिए और छात्रों को पाठ की सटीक व्याख्या प्रदान करने के लिए अत्यंत उपयोगी होता है।

ये उपकरण संस्कृत के छात्रों के लिए भाषाई बाधाओं को दूर करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, जिससे उन्हें 'फिल्टरिंग इफेक्ट' प्राप्त होता है। जब छात्र बुनियादी व्याकरणिक कठिनाइयों (जैसे सन्धि-विच्छेद) को दूर करने में कम समय व्यतीत करते हैं, तो वे भास के नाट्यकला, चरित्र चित्रण, और रस योजना जैसे साहित्यिक पहलुओं पर अधिक ध्यान केंद्रित कर सकते हैं। START और SanskritShala इस यात्रा को सुगम बनाकर भाषाई ज्ञान से साहित्यिक व्याख्या तक पहुँचने के मार्ग को छोटा करते हैं।

## भाग ३: कॉलेज पाठ्यक्रम में एआई का प्रत्यक्ष शैक्षणिक अनुप्रयोग

### ३.१. वैयक्तिकृत शिक्षण, परामर्श और Q&A

कॉलेज स्तर पर भास के रूपकों के शिक्षण को वैयक्तिकृत और इंटरैक्टिव बनाने के लिए LLM-आधारित AI अत्यंत प्रभावी है। AI-संचालित प्लेटफॉर्म छात्रों के व्यक्तिगत ज्ञान और दक्षता स्तरों के अनुकूल पाठों और अभ्यासों को अनुकूलित कर सकते हैं, जिससे भास के जटिल रूपकों का अध्ययन सभी छात्रों के लिए अधिक सुलभ हो जाता है।

**AI भाषा सहायक और चैटबॉट्स:** LLM-आधारित चैटबॉट्स छात्रों को संस्कृत में संवाद का अभ्यास करने की अनुमति देते हैं, जिससे वे संस्कृत के व्यावहारिक उपयोग में सुधार कर सकते हैं। ये मॉडल अक्सर भारतीय महाकाव्यों और शास्त्रीय साहित्य, जिसमें भास की कृतियाँ भी शामिल हैं, के विशाल डेटासेट पर प्रशिक्षित होते हैं।

**RAG मॉडल का महत्व:** मानक LLM अक्सर 'भ्रम' (hallucinations) या तथ्यात्मक अशुद्धियाँ उत्पन्न कर सकते हैं, खासकर भास के विशिष्ट महाकाव्यीय संदर्भों पर। भास के १३ नाटकों (जैसे कर्णभारम् या द्रुतवाक्यम् में महाभारत के विशिष्ट संदर्भ) के अध्ययन के लिए, RAG (Retrieval-Augmented Generation) मॉडल को अपना आवश्यक है। RAG मॉडल प्रामाणिक स्रोतों (जैसे टीकाएँ या व्याख्याएँ) से साक्ष्य पुनर्प्राप्त करके अपने उत्तरों को सत्यापित करते हैं। यह सुनिश्चित करता है कि भास के साहित्य के विशिष्ट 'long-tail knowledge' पर दिए गए उत्तर तथ्यात्मक रूप से सटीक और कॉलेज स्तर के शैक्षणिक मानकों के अनुरूप हों।

### ३.२. नाटकीय अनुवाद और प्राकृत संवादों का निराकरण

भास के नाटकों में प्राकृत के संवादों और जटिल संस्कृत छंदों को समझने के लिए AI-संचालित अनुवाद उपकरण एक महत्वपूर्ण सहयोगी हैं।

| शैक्षणिक चुनौती<br>(Pedagogical Challenge) | AI उपकरण / तकनीक (AI Tool / Technique)     | विशिष्ट कार्यक्षमता<br>(Specific Functionality)                        | शैक्षणिक लाभ<br>(Pedagogical Benefit)                                   |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| जटिल सन्धि/समास संरचना                     | SanskritShala (NLP Toolkit)                | Word Segmentation, Compound Type Identification, Morphological Tagging | पाठ की भाषाई बाधाओं को दूर करना, व्याकरणिक सटीकता सुनिश्चित करना।       |
| भावनात्मक/लाक्षणिक अनुवाद                  | LLM + RAG (Retrieval-Augmented Generation) | प्रामाणिक टीकाओं के आधार पर संदर्भ-जागरूक व्याख्या                     | साहित्यिक आलोचना के लिए गहन, तथ्यात्मक रूप से सटीक अनुवाद उपलब्ध कराना। |
| लेखकत्व निर्धारण विवाद ('भास समस्या')      | Computational Stylometry (AA)              | लेक्सिकल, सिंटैक्टिक पैटर्न का मात्रात्मक विश्लेषण (भास बनाम कालिदास)  | छात्रों को मात्रात्मक शोध विधियों (Digital Forensics) से परिचित कराना।  |
| छात्रों का मूल्यांकन और अभ्यास             | AQG (Automated Question Generation)        | MCQ, FIB, और Wh-Questions का                                           | शिक्षकों के कार्यभार को कम करना और छात्रों के लिए                       |

| शैक्षणिक चुनौती<br>(Pedagogical Challenge) | AI उपकरण / तकनीक (AI Tool / Technique) | विशिष्ट कार्यक्षमता<br>(Specific Functionality) | शैक्षणिक लाभ<br>(Pedagogical Benefit) |
|--------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                                            |                                        | स्वचालित निर्माण                                | त्वरित स्व-मूल्यांकन की सुविधा।       |

AI, विशेष रूप से GPT जैसे लार्ज लैंग्वेज मॉडल, को शिक्षण-केंद्रित (Didactic) समानांतर अनुवाद कॉर्पस तैयार करने के लिए उपयोग किया जा सकता है। यह तकनीक छात्रों को प्राकृत और संस्कृत संवादों का त्वरित अर्थ प्रदान करती है।

हालांकि, LLMs की एक महत्वपूर्ण सीमा यह है कि वे भास की साहित्यिक शैली की सूक्ष्म भावनात्मक और रूपकात्मक भाषा को पूरी तरह से पकड़ नहीं पाते हैं। LLMs संरचित, तथ्यात्मक वाक्यों का अच्छा अनुवाद करते हैं, लेकिन जब 'रस' या गहरी दार्शनिक अवधारणाओं की अभिव्यक्ति की बात आती है, तो उनके अनुवादों में अक्सर मानवीय अनुवादों की तुलना में कम समानता स्कोर पाए जाते हैं। इसलिए, भास के रूपकों को व्याख्या के लिए, केवल शाब्दिक अनुवाद के बजाय, सांस्कृतिक जागरूकता और साहित्यिक संदर्भ के साथ संवर्धित LLMs की आवश्यकता होती है। यह स्वीकार करना महत्वपूर्ण है कि AI साहित्यिक सौंदर्यशास्त्र और भावना की सराहना जैसे सूक्ष्म पहलुओं को कैप्चर करने में विफल रहता है, और इसलिए, मानवीय शिक्षक की गंभीर आलोचना और व्याख्या अनिवार्य बनी रहती है।

### 3.3. स्वचालित मूल्यांकन और प्रश्न निर्माण (AQG)

कॉलेज स्तर पर शिक्षण दक्षता बढ़ाने के लिए AI-आधारित स्वचालित मूल्यांकन (Automatic Question Generation - AQG) उपकरण अत्यधिक मूल्यवान हैं। नेचुरल लैंग्वेज प्रोसेसिंग (NLP) का उपयोग करके, ये उपकरण भास के नाटकों के दिए गए पाठ या संदर्भ से विभिन्न प्रकार के चुनौतीपूर्ण प्रश्न (जैसे रिक्त स्थान भरें, बहुविकल्पीय प्रश्न, 'Wh-' प्रश्न) स्वचालित रूप से उत्पन्न कर सकते हैं।

यह प्रणाली छात्रों को उनके वैचारिक ज्ञान का आकलन करने में मदद करती है। उदाहरण के लिए, छात्र दूत घटोत्कचम् या ऊरुभंगम् जैसे एकांकी नाटकों के कथानक और पात्रों के व्यवहार पर तुरंत प्रश्नों के माध्यम से अपना मूल्यांकन कर सकते हैं। GPT, T5, और BERT जैसे ट्रांसफॉर्मर मॉडल इन मूल्यांकन प्रणालियों के लिए आवश्यक शक्ति प्रदान करते हैं। शिक्षकों के लिए, यह स्वचालित प्रक्रिया मूल्यांकन कार्यभार को कम करती है और उन्हें छात्रों के साथ अधिक प्रत्यक्ष और गहन शैक्षणिक बातचीत पर ध्यान केंद्रित करने की अनुमति देती है।

## भाग ४: भास के रूपकों पर उन्नत शोध और डिजिटल स्टाइलॉमेट्री

### ४.१. लेखकत्व निर्धारण (Authorship Attribution) में स्टाइलॉमेट्री का अनुप्रयोग

'भास समस्या' (लेखकत्व विवाद) सदियों से संस्कृत विद्वानों के बीच चर्चा का विषय रही है। डिजिटल मानविकी इस विवाद को हल करने के लिए स्टाइलॉमेट्री के रूप में एक मात्रात्मक और सांख्यिकीय उपकरण प्रस्तुत करती है।

लेखकत्व निर्धारण (Authorship Attribution - AA) एक कम्प्यूटेशनल फॉरेंसिक प्रक्रिया है जिसे बहु-वर्ग, एकल-लेबल वर्गीकरण समस्या के रूप में देखा जाता है। इस तकनीक में, AI भास के १३ नाटकों की भाषाई 'फिंगरप्रिंट' विशेषताओं का विश्लेषण करता है और उनकी तुलना अन्य स्थापित संस्कृत नाटककारों, विशेष रूप से कालिदास, की शैली से करता है।

कालिदास (चौथी-पांचवीं शताब्दी ईस्वी) का भास के बाद का काल और उनकी प्रसिद्धि स्टाइलॉमेट्री के लिए एक प्राकृतिक तुलनात्मक बेंचमार्क प्रदान करती है। AI/ML मॉडल भास की रचनाओं में प्रयुक्त छंदों के पैटर्न, लेक्सिकल चॉइस, वाक्यों की लंबाई, और विशिष्ट समासों की आवृत्ति की मात्रात्मक माप कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, भास की नाटक कला में Intrigue और सामाजिक कॉमेडी पर जोर, कालिदास के अधिक गीतात्मक और सौंदर्यवादी प्रेम के चित्रण से भिन्न हो सकता है। यह मात्रात्मक तुलना 'भास समस्या' पर सांख्यिकीय साक्ष्य प्रदान कर सकती है, हालांकि यह अंतिम प्रमाण नहीं हो सकता।

कॉलेज पाठ्यक्रम में स्टाइलॉमेट्री को शामिल करने का शैक्षणिक मूल्य यह है कि यह छात्रों को मात्रात्मक शोध

विधियों (डिजिटल फॉरेंसिक) से परिचित कराता है। छात्र यह सीखते हैं कि साहित्यिक विवादों को अब केवल व्यक्तिपरक व्याख्याओं के माध्यम से नहीं, बल्कि वैज्ञानिक और सांख्यिकीय डेटा विश्लेषण के माध्यम से भी संबोधित किया जा सकता है।

## ४.२. डिजिटल फिलोलॉजी और इंटरटेक्स्टुअल विश्लेषण

AI-आधारित डिजिटल उपकरण भास के रूपकों के जटिल पाठकीय और अंतर-पाठकीय संबंधों (intertextual relationships) के विश्लेषण में सहायता करते हैं।

**ज्ञान का विजुअलाइजेशन (Pāṇḍitya):** Pāṇḍitya एक इंटरैक्टिव वेब-आधारित विजुअलाइजेशन टूल है जो संस्कृत लेखकों और उनके कार्यों के बीच संबंधों को मैप करता है। यह टूल भास जैसे लेखकों के कार्यों को उनके स्रोतों (जैसे महाभारत या बृहत्कथा) और उनके बाद की टीका परंपराओं से जोड़ता है।

**शैक्षणिक उपयोगिता:** संस्कृत साहित्य की अंतर-पाठ्यता (Intertextuality) को समझना छात्रों के लिए चुनौतीपूर्ण हो सकता है। Pāṇḍitya नेटवर्क विजुअलाइजेशन प्रदान करके भास के बौद्धिक इतिहास की समग्र समझ को ग्राफिक रूप से सरल बनाता है, जिससे यह पता चलता है कि स्वप्नवासवदत्तम् किस प्रकार उदयन कथा परंपरा में स्थित है।

**पात्रों का नेटवर्क विश्लेषण:** NLP और ग्राफ सिद्धांत (Graph Theory) का उपयोग करके भास के नाटकों में पात्रों के बीच संवादों की आवृत्ति, उनके संबंधों, और कथानक में उनकी केंद्रीयता का विजुअलाइजेशन किया जा सकता है। यह स्वप्नवासवदत्तम् या प्रतिमा नाटकम् जैसे चरित्र-आधारित नाटकों की संरचनात्मक जटिलताओं को समझने के लिए अत्यंत उपयोगी है। भविष्य में, Pāṇḍitya जैसी परियोजनाओं को समानांतर अंशों (parallel passages) की पहचान करने के लिए भी बढ़ाया जा सकता है, जो भास के कार्यों और अन्य संस्कृत साहित्य के बीच साहित्यिक प्रभाव या उधार को समझने में सहायक होगा।

## भाग ५: कार्यान्वयन की चुनौतियाँ, सीमाएँ और नैतिक विचार

## ५.१. LLMs की भाषाई और सांस्कृतिक सीमाएँ

जबकि AI भास के अध्ययन में अपार क्षमता रखता है, इसकी अपनी महत्वपूर्ण सीमाएँ हैं। LLMs साहित्यिक ग्रंथों के अनुवाद में भावनात्मक और रूपकात्मक भाषा के साथ संघर्ष करते हैं। भास के नाट्यकला की सूक्ष्म भावनाओं और 'रस' की अभिव्यक्ति को AI पूरी तरह से कैप्चर नहीं कर सकता, क्योंकि लाक्षणिक भाषा पर AI द्वारा किए गए अनुवादों में अक्सर कम समानता स्कोर पाए जाते हैं।

इसके अतिरिक्त, LLMs में सांस्कृतिक संदर्भ और टोन की कमी हो सकती है। संस्कृत साहित्य में प्रयुक्त सम्मानसूचक अभिव्यक्तियों का असंगत अनुवाद सांस्कृतिक सटीकता को प्रभावित कर सकता है। छात्रों को यह सिखाया जाना चाहिए कि AI अनुवाद को एक आधारभूत उपकरण के रूप में प्रयोग करें, लेकिन अंतिम साहित्यिक व्याख्या के लिए मानवीय आलोचना और सांस्कृतिक ज्ञान आवश्यक है।

## ५.२. संसाधन और डेटा संबंधी चुनौतियाँ

संस्कृत अध्ययन में AI के पूर्ण क्षमता का उपयोग करने के लिए पर्याप्त संसाधन उपलब्ध नहीं हैं। यद्यपि संस्कृत व्याकरण के लिए NLP उपकरण उपलब्ध हैं, भास के 13 रूपकों पर केंद्रित, उच्च-गुणवत्ता वाले, प्राकृत-सहित, शिक्षण-केंद्रित एनोटेटेड डेटासेट (जैसे शिक्षण-केंद्रित अनुवाद कॉर्पस) की कमी बनी हुई है। STAR फ्रेमवर्क के माध्यम से शिक्षकों और शोधकर्ताओं द्वारा मानवीय रूप से संपादित "गोल्ड डेटा" के निर्माण पर ध्यान केंद्रित करना इस कमी को दूर करने के लिए आवश्यक है। इसके अलावा, संस्कृत में डिजिटल पहलों को कॉलेज पाठ्यक्रम में व्यापक रूप से एकीकृत करने के लिए पर्याप्त और सतत फंडिंग की आवश्यकता है।

## ५.३. नैतिक विचार और पूर्वाग्रह

AI के शैक्षणिक अनुप्रयोग में नैतिक और निष्पक्षता संबंधी चिंताएँ शामिल हैं। सीमित या पक्षपाती डेटासेट पर प्रशिक्षित LLMs भास के पाठों की व्याख्या में सांस्कृतिक या भाषाई पूर्वाग्रहों को शामिल कर सकते हैं, जिससे गलत या अनुपयुक्त शैक्षणिक आउटपुट प्राप्त हो सकता है।



लेखकत्व निर्धारण के संबंध में, 'भास समस्या' के संदर्भ में, स्टाइलॉमेट्री के परिणामों की व्याख्या करते समय अत्यधिक सावधानी बरतनी चाहिए। एक निर्विवाद संदर्भ कॉर्पस की अनुपस्थिति के कारण, AI द्वारा प्रदान किए गए किसी भी सांख्यिकीय परिणाम को 'भास समस्या' का अंतिम, धर्मनिरपेक्ष रूप से सत्यापन योग्य प्रमाण नहीं माना जा सकता है। स्टाइलॉमेट्रिक मॉडल के निष्कर्ष पैरामीटर चयन के आधार पर व्यक्तिपरक हो सकते हैं, इसलिए छात्रों को यह सिखाना आवश्यक है कि AI/ML परिणाम केवल साक्ष्य प्रस्तुत करते हैं, वे साहित्यिक आलोचना और मानवीय व्याख्या का स्थान नहीं ले सकते।

#### ५.४. कॉलेज पाठ्यक्रम में AI उपकरणों के सफल एकीकरण के लिए सिफारिशें

भास के रूपकों के अध्ययन को आधुनिक बनाने के लिए, कॉलेज स्तर पर AI उपकरणों के प्रभावी एकीकरण के लिए निम्नलिखित रणनीतियाँ आवश्यक हैं:

1. बहु-विषयक पाठ्यक्रम विकास: संस्कृत विभाग को 'डिजिटल फिलोलॉजी' और 'कंप्यूटर अनुप्रयोगों के लिए संस्कृत' जैसे नए पाठ्यक्रम स्थापित करने चाहिए। इन पाठ्यक्रमों को छात्रों को START और SanskritShala जैसे विशिष्ट उपकरणों का उपयोग करने के लिए प्रशिक्षित करना चाहिए, जिससे वे न केवल साहित्य का अध्ययन करें, बल्कि डिजिटल उपकरणों के माध्यम से गंभीर शोध भी कर सकें।
2. RAG-आधारित सिस्टमों पर निवेश: तथ्यात्मक और प्रासंगिक सटीकता सुनिश्चित करने के लिए भास साहित्य और उनकी टीका परंपराओं के विशिष्ट ज्ञान पर प्रशिक्षित RAG मॉडल को प्राथमिकता दी जानी चाहिए। यह सुनिश्चित करेगा कि छात्रों को प्राप्त होने वाले उत्तर प्रामाणिक और शैक्षणिक रूप से विश्वसनीय हों।
3. शिक्षक प्रशिक्षण और क्षमता निर्माण: शिक्षकों को AI उपकरणों के उपयोग और शैक्षणिक एकीकरण में प्रशिक्षित करना अनिवार्य है, ताकि वे कक्षा में AI को एक प्रभावी सहयोगी उपकरण के रूप में प्रयोग कर सकें और छात्रों को आलोचनात्मक डिजिटल साक्षरता सिखा सकें।
4. क्यूरेटेड डिजिटल शिक्षण सामग्री: AI को सीधे अपनाने से पहले, उच्च गुणवत्ता वाले, सांस्कृतिक रूप से संवेदनशील और एनोटेटेड डेटासेट का निर्माण अनिवार्य है। शिक्षण सामग्री को मानक LLM आउटपुट पर निर्भर रहने के बजाय, START फ्रेमवर्क के माध्यम से मानवीय रूप से संपादित "गोल्ड डेटा" का उपयोग करके अनुकूलित, 'क्यूरेटेड' सिस्टम विकसित करना चाहिए, जो भास के पाठों की व्याख्या को शैक्षणिक मानकों पर बनाए रखे।

### निष्कर्ष और सिफारिशें

महाकवि भास के रूपकों के कॉलेज-स्तरीय अध्ययन को कृत्रिम बुद्धिमत्ता के माध्यम से क्रांतिकारी बनाया जा सकता है। AI का सबसे महत्वपूर्ण योगदान भास के पाठों में निहित अंतर्निहित भाषाई जटिलताओं (जटिल सन्धि, समास और प्राकृत) को दूर करने में है, जिससे संस्कृत छात्रों का ध्यान व्याकरणिक बाधाओं से हटकर सीधे साहित्यिक आलोचना और सौंदर्यशास्त्र पर केंद्रित होता है।

SanskritShala जैसे NLP टूलकिट वास्तविक समय में पद-विभाजन और रूप-रचना विश्लेषण प्रदान करते हैं, जबकि START फ्रेमवर्क सहयोगी एनोटेशन और उच्च गुणवत्ता वाले 'गोल्ड डेटा' के निर्माण को सक्षम बनाता है। Pāṇḍitya जैसे विज्ञान-आधारित उपकरण भास के कार्यों को उनके व्यापक बौद्धिक और अंतर-पाठकीय संदर्भ में स्थापित करते हैं।

हालांकि, भास के साहित्य की सूक्ष्म भावनात्मक और रूपकात्मक भाषा को समझने में AI की सीमाएँ हैं। इसलिए, शैक्षणिक कार्यक्रमों को केवल अनुवाद के लिए मानक LLM पर निर्भर रहने के बजाय, भास साहित्य के विशिष्ट ज्ञान पर प्रशिक्षित RAG-आधारित प्रणालियों को प्राथमिकता देनी चाहिए। भास समस्या जैसे विवादास्पद क्षेत्रों में स्टाइलॉमेट्री का उपयोग करते समय, छात्रों को सांख्यिकीय साक्ष्य की सीमाओं और मानवीय आलोचना की आवश्यकता के बारे में जागरूक किया जाना चाहिए।

सफल एकीकरण के लिए, कॉलेज स्तर पर 'डिजिटल फिलोलॉजी' और 'कंप्यूटर अनुप्रयोगों के लिए संस्कृत' जैसे बहु-विषयक पाठ्यक्रम विकसित करना, और AI उपकरणों के उपयोग में शिक्षकों को प्रशिक्षित करना अनिवार्य है। AI को मानवीय शिक्षक का प्रतिस्थापन नहीं, बल्कि एक शक्तिशाली शैक्षणिक सहयोगी बनना चाहिए, जो भास के

समृद्ध नाट्य साहित्य को आधुनिक छात्रों के लिए सुलभ और आकर्षक बनाए।

### Works cited

1. Bhāsa - Wikipedia, <https://en.wikipedia.org>
2. Bhasa - Sahapedia,
4. The Plays of Kalidasa: Treading the Line between Constraint and Freedom - SJSU ScholarWorks, <https://scholarworks>.
5. भास के नाटक एक अध्ययन, Bhas Ke Natak, संस्कृत साहित्य में भास समस्या क्या है 6. The Sanskrit Drama
7. Impact of AI on language revitalization
8. Designing AI-powered translation education tools: a framework for parallel sentence generation using SauLTC and LLMs - PubMed Central, 9. Sanskriti & Science Perspectives on Indian Knowledge
10. From Grammar to Algorithms: The Digital Transformation of Sanskrit Studies - The Academic, <https://theacademic.in> 11. OCHS Manuscript Database
12. A Perspective on the Use of Sanskrit Language and Literature in Developing AI and GenAI Systems - Asian Journal of Information Science 13. Knowledge Representation in Sanskrit and Artificial Intelligence - AAAI Publications, <https://ojs.aaai.org/aimagazine/>
14. SanskritShala: A Neural Sanskrit NLP Toolkit with Web-Based
15. SanskritShala: A Neural Sanskrit NLP Toolkit with Web-Based Interface for Pedagogical
16. STARTv4.1.2 - Department of Sanskrit Studies - University of Hyderabad, <https://sanskrit.uohyd.ac.in/start/>
17. Practice Sanskrit (India) conversation with a native AI, <https://langbuddy.ai/practice/sanskrit>
18. Chat with Meta AI.. Some Meghadoota & Sanskrit Banter.. | by Sujatha Ratnala - Medium, <https://myriadpatterns.medium.com/chat-with-meta-ai-some-ai-sanskrit-entrio> 19. Ancient Wisdom, Modern Tools: Exploring Retrieval-Augmented LLMs for Ancient Indian Philosophy - ResearchGate, <https://www>.
20. An evaluation of LLMs and Google Translate for translation of selected Indian languages via <https://arxiv.org/html/2503.21393v1> 21. (PDF) Automatic Question Generation and Evaluation - ResearchGate, [https://www.researchgate.net/publication/351950943\\_Automatic\\_Question\\_Generation\\_and\\_Evaluation](https://www.researchgate.net/publication/351950943_Automatic_Question_Generation_and_Evaluation)
22. Automatic Question Generation Using Natural Language Processing and Transformers, <https://buescholar.bue.edu.eg/softw>
23. A Stylometric Analysis of Seneca's Disputed Plays. Authorship Verification of Octavia and Hercules Oetaeus | Journal of Computational Literary Studies, <https://jcls.io/article/id/3919/>
24. Authorship Attribution in the Era of LLMs: Problems, Methodologies, and Challenges - arXiv, <https://arxiv.org/html/2408.08946v2> 25. On the Robustness of Authorship Attribution Based on Character N-gram Features - BrooklynWorks, <https://brooklynworks.brooklaw>.
26. Stylometric analysis of AI-generated texts: a comparative study of ChatGPT and DeepSeek, <https://www.researchgate.net/publicati>
27. Pāṇḍitya: Visualizing Sanskrit Intellectual Networks - ACL Anthology, <https://aclanthology.org/202528>. Pāṇḍitya: Mapping Sanskrit Texts , <https://podcasts.apple.com/us/podcast>
29. Opportunities and Challenges of Large Language Models for Low-Resource Languages in Humanities Research - arXiv,
30. Computational Stylometrics and the Pauline Corpus: Limits in Authorship Attribution - MDPI,
31. The Stylometric Debate Over Authorship | Shakespeare Oxford Fellowship, <https://shakespeareoxfordfellowship.org/the-stylometrics-debate-continues-online-three-articles->

## Volume - 2

[from-the-oxfordian-now-posted-on-the-shakespeare-oxford-society-website/](#)

32. Sanskrit Digital Humanities - Courses - Google Sites, <https://sites.google.com/sanskritlibra>