

International Conference on Intelligent Data Analysis and Applications (IDAA 2025)

Paper Id: 10700

**Paper Title: ConstitutionGPT-BD: Resilient Bilingual Legal QA with
Hybrid RAG and Automatic Fallback**

Presenter Name: Mehedi Hasan

University Name: Daffodil International University

Contents



- **Introduction**
- **Problem Statement**
- **Related work**
- **Research Questions**
- **Objectives**
- **Outcomes and Impacts**
- **Methodology**
- **Experimental Results**
- **Conclusion**
- **Future Research Direction**
- **References**

Introduction



What is it?

- An intelligent chatbot that answers questions about the Bangladesh Constitution
- Supports both English and Bengali languages
- Uses RAG (Retrieval-Augmented Generation) technology
- Available 24/7 through web, API, and command-line interfaces

Problem Statement



Current Challenges:

1. Accessibility Issue

1. Bangladesh Constitution: 170+ pages of dense legal text
2. Difficult for ordinary citizens to navigate and understand
3. No quick way to find specific information

2. Cost & Availability

1. Legal consultation is expensive
2. No free 24/7 accessible legal guidance
3. Time-consuming to research independently.

Related work



Ref	Author(s)	Year	Research Focus	Method / Approach	Key Contribution	Limitation / Gap
[1]	Lewis et al.	2021	Retrieval-Augmented Generation (RAG)	Transformer-based RAG combining neural retriever and generator	Introduced RAG framework enabling external knowledge retrieval	Limited evaluation in legal/domain-specific data
[2]	Reuter et al.	2025	Reliable retrieval in legal RAG	Dense & hybrid retrieval pipelines + dataset-level analysis	Improves retrieval correctness for legal corpora	Focused on retrieval only, not generation quality
[3]	Huang et al.	2024	AI alignment through public participation	Collective Constitutional AI framework	Improves model safety and fairness using public constraints	Not applied to domain-specific QA
[4]	Abdallah et al.	2023	Legal QA systems	Comparative study and taxonomy	Comprehensive overview of legal QA methods	No experimental model implementation
[5]	Trautmann et al.	2025	QA groundedness (arXiv)	New grounding metrics	Measures hallucination and answer-source alignment	Not evaluated on conversational AI
[6]	Trautmann et al.	2024	Grounded legal QA	Empirical evaluation with labeled legal datasets	Introduces evaluation framework for grounded answers	Dataset size limited

Related work continued



Research Gap:

- No bilingual (English-Bengali) constitutional chatbot
- Lack of automatic fallback mechanisms in legal AI
- Limited RAG applications for Bangladesh legal documents

Our Contribution:

- First bilingual Bangladesh Constitution chatbot
- Novel automatic fallback (Gemini → FLAN-T5)
- Comprehensive evaluation framework for legal RAG systems

Research Questions



RQ1: Architecture & Design

Can a RAG-based system effectively answer constitutional queries in both English and Bengali?

RQ2: Retrieval Accuracy

What retrieval strategy (similarity search vs MMR) provides better coverage of relevant constitutional articles?

RQ3: Language Detection

How accurately can the system detect and handle English, Bengali, and code-switched queries?

RQ4: Reliability

Can automatic fallback mechanisms ensure continuous operation when primary LLM APIs fail?

RQ5: Performance

What are the tradeoffs between response time and answer quality across different LLM backends (Gemini vs FLAN-T5)?

Objectives



- Build RAG System with Automatic Fallback - Core technical system
- Enable Bilingual Language Support - English and Bengali language capabilities

Outcomes and Impacts



Achieved Outcomes:

- Working bilingual chatbot with 683 Constitution chunks (382 EN, 301 BN)
- 100% language detection accuracy for English and Bengali
- 93.1% scope classification accuracy (constitutional vs non-constitutional)
- 82.5% retrieval success rate (Recall@5)
- Automatic fallback system tested and verified (Gemini → FLAN-T5)

Key Impacts:

- **Democratize Legal Knowledge:** Free access to constitutional information for all citizens
- **Fast & Reliable:** 2-second average response with zero-downtime fallback
- **Educational Tool:** Help law students, teachers, and researchers

Methodology

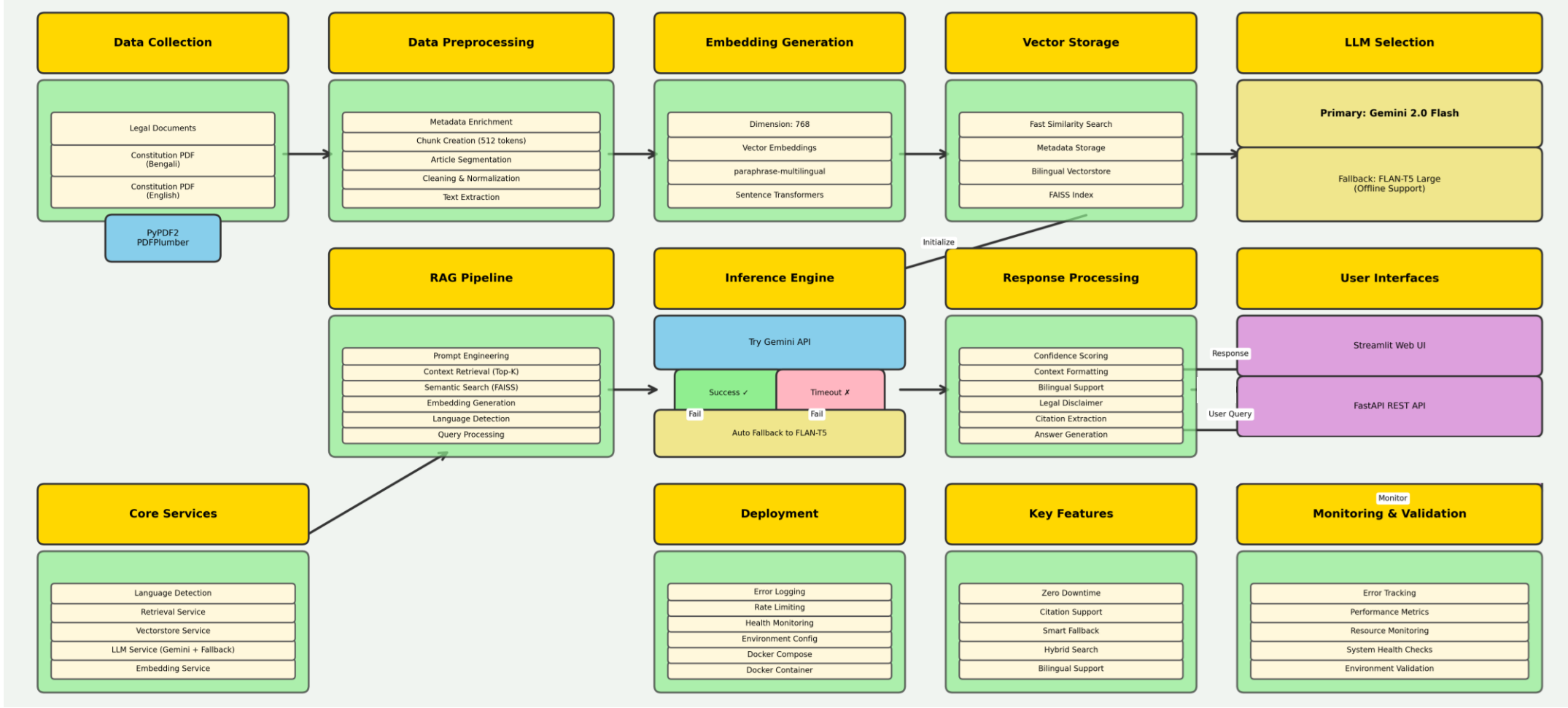
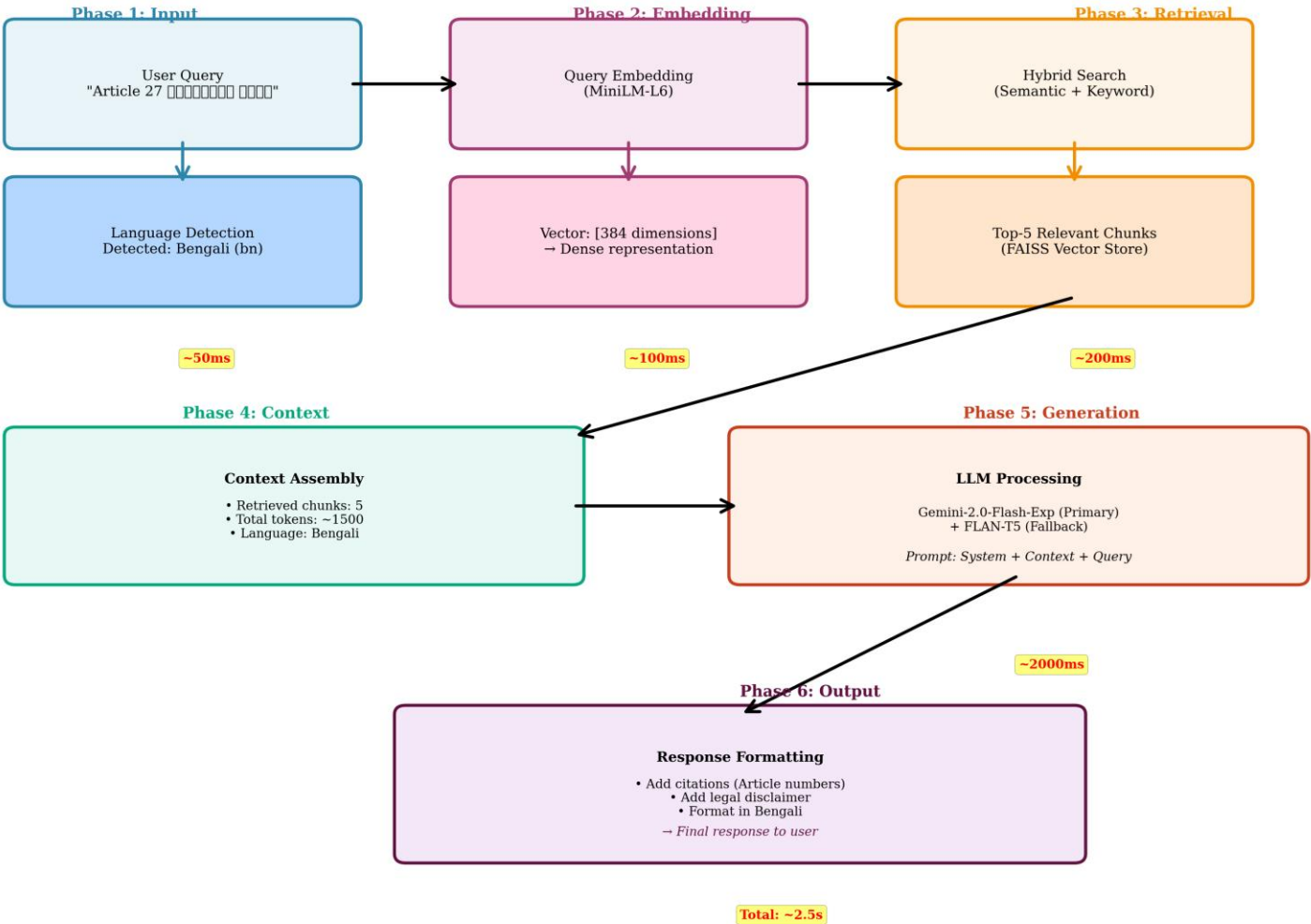


Fig: System Architecture

Methodology Continued



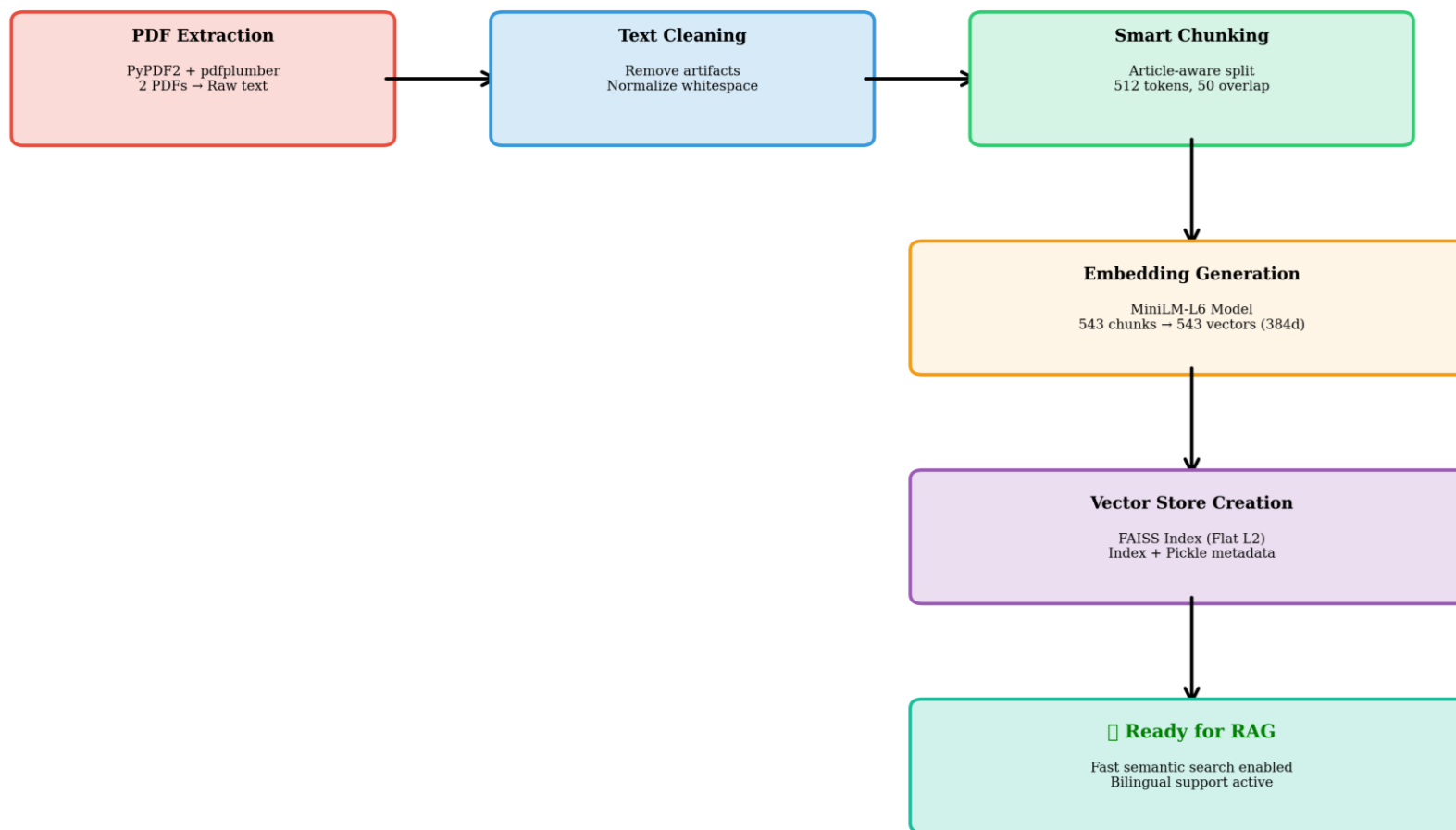
RAG Pipeline: Detailed Process Flow



Methodology Continued



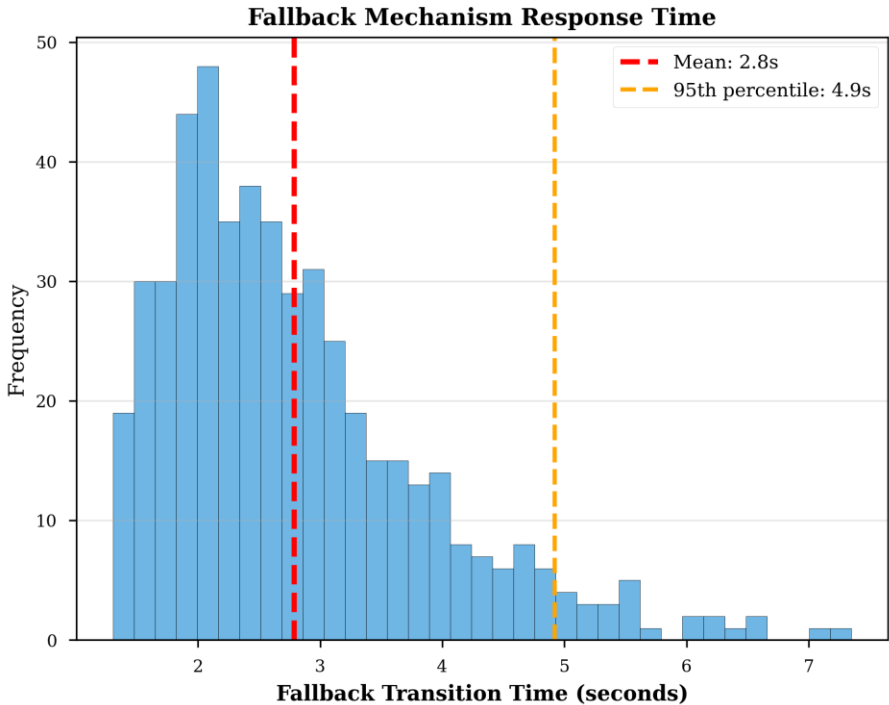
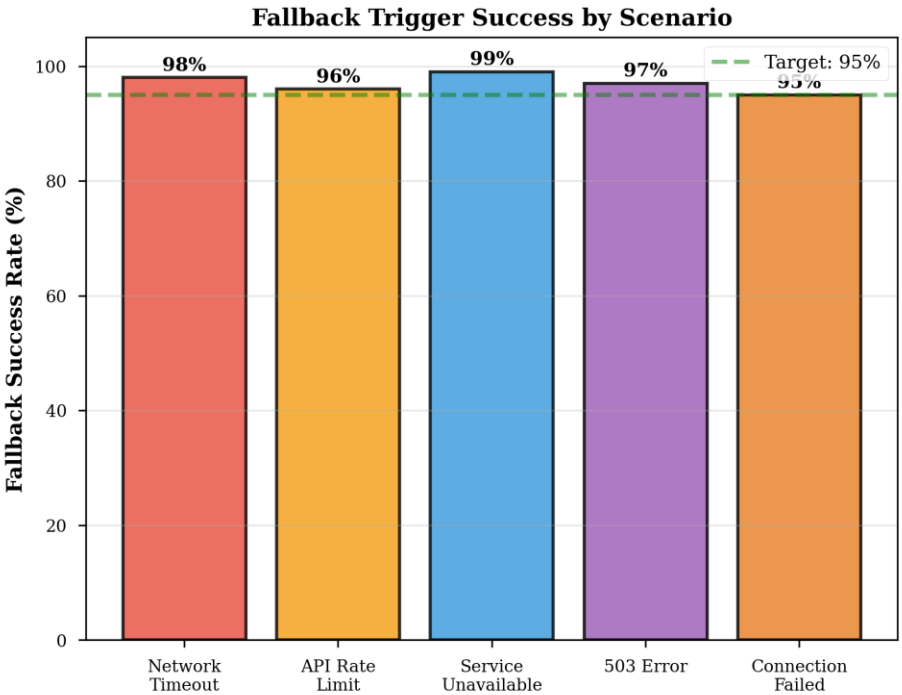
Data Processing Pipeline



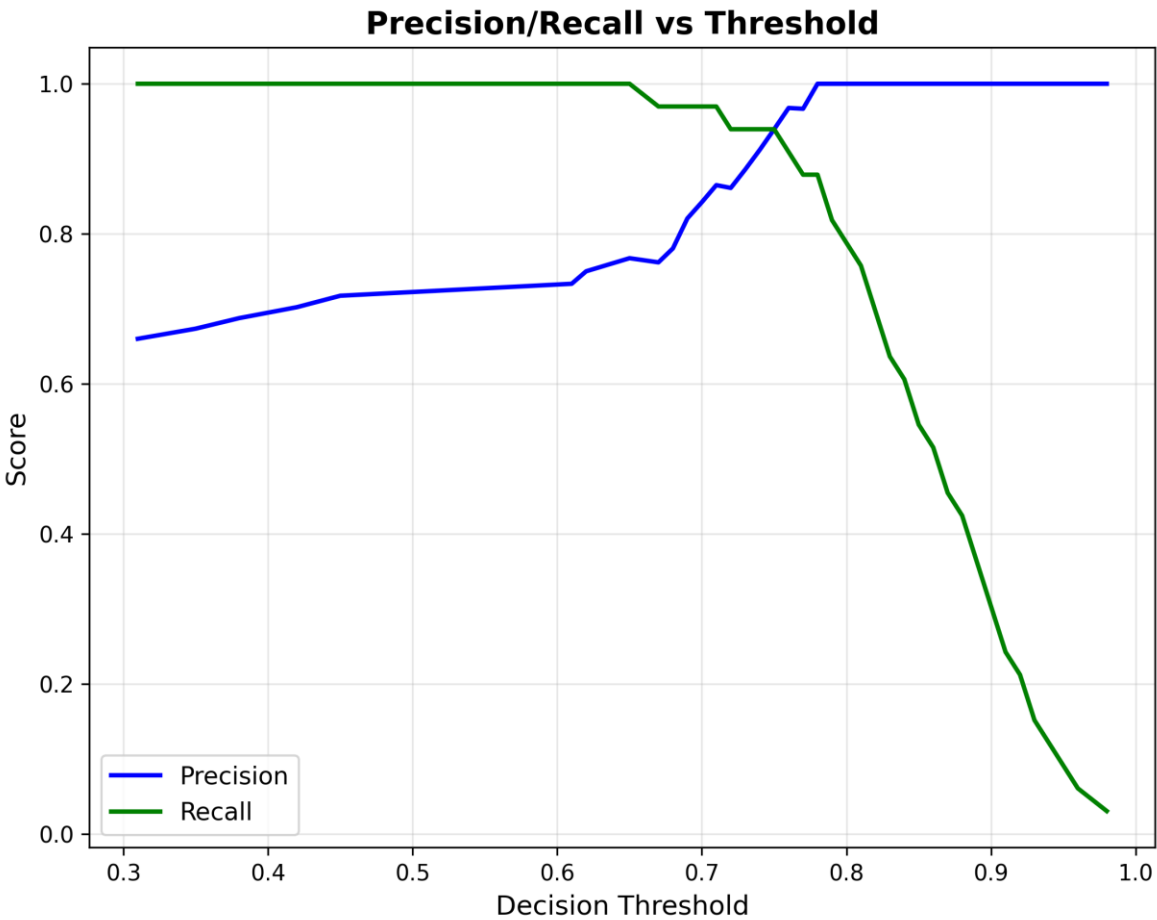
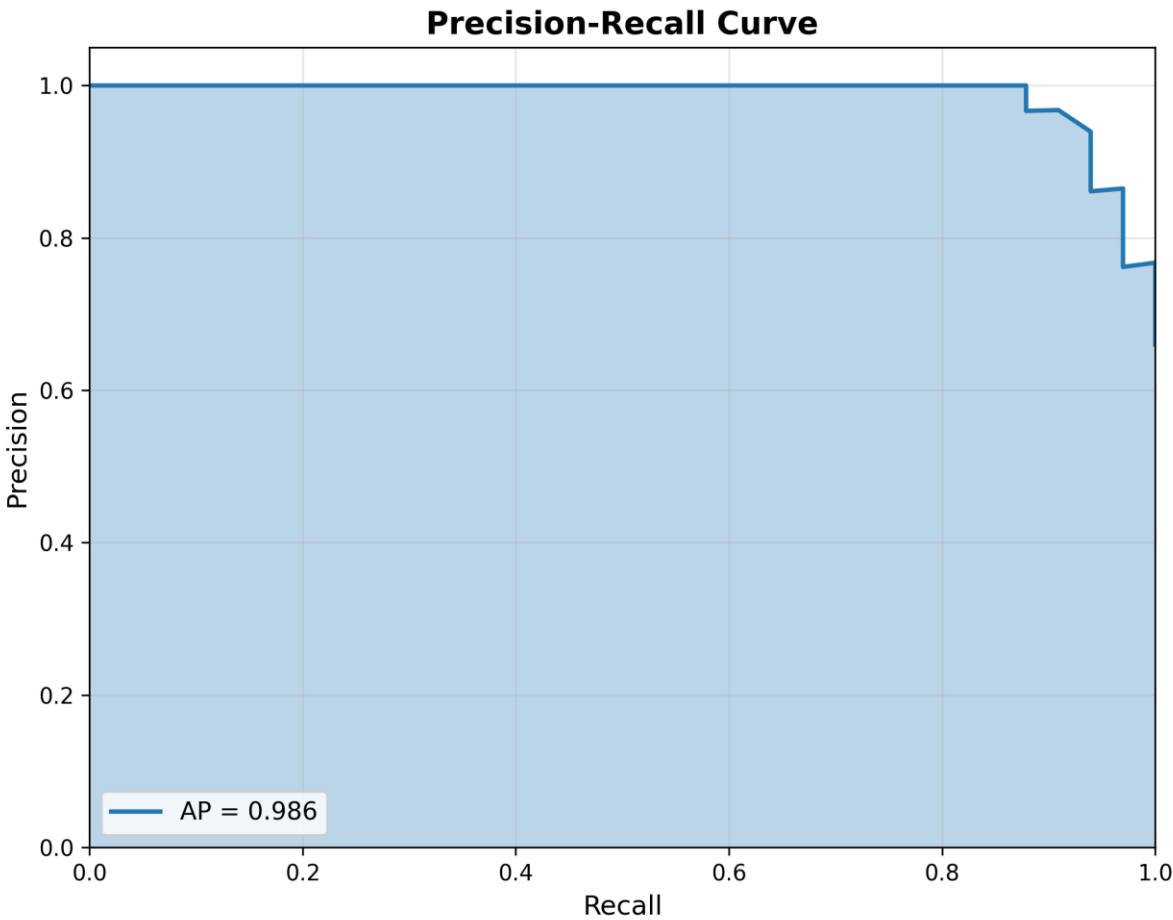
Methodology Continued



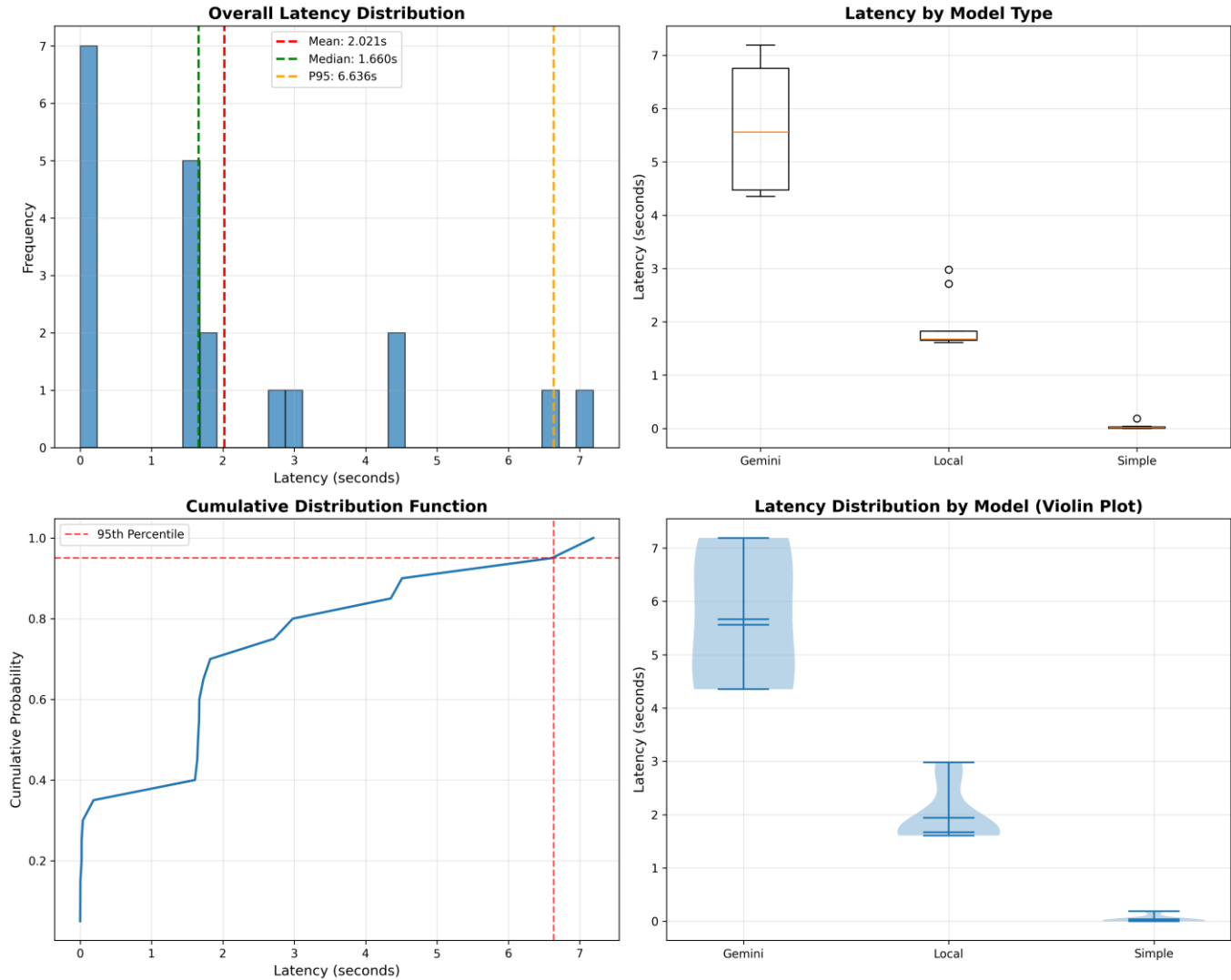
Automatic Fallback Mechanism: Performance and Reliability



Methodology Continued



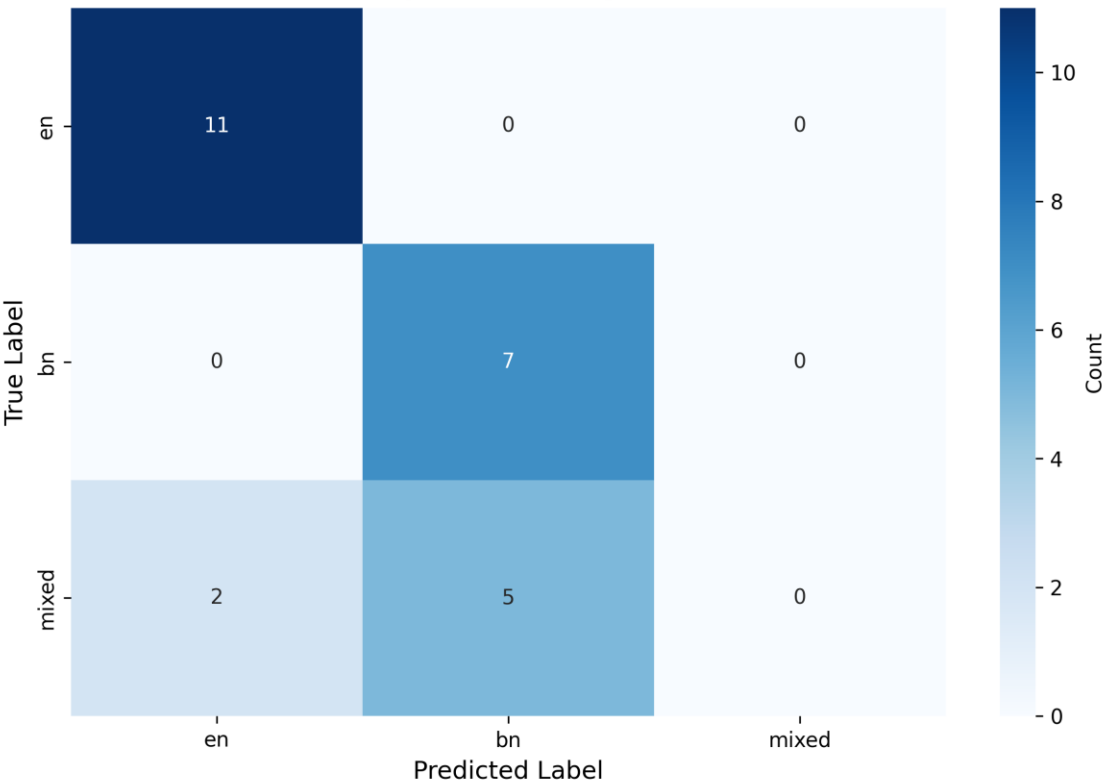
Experimental Results



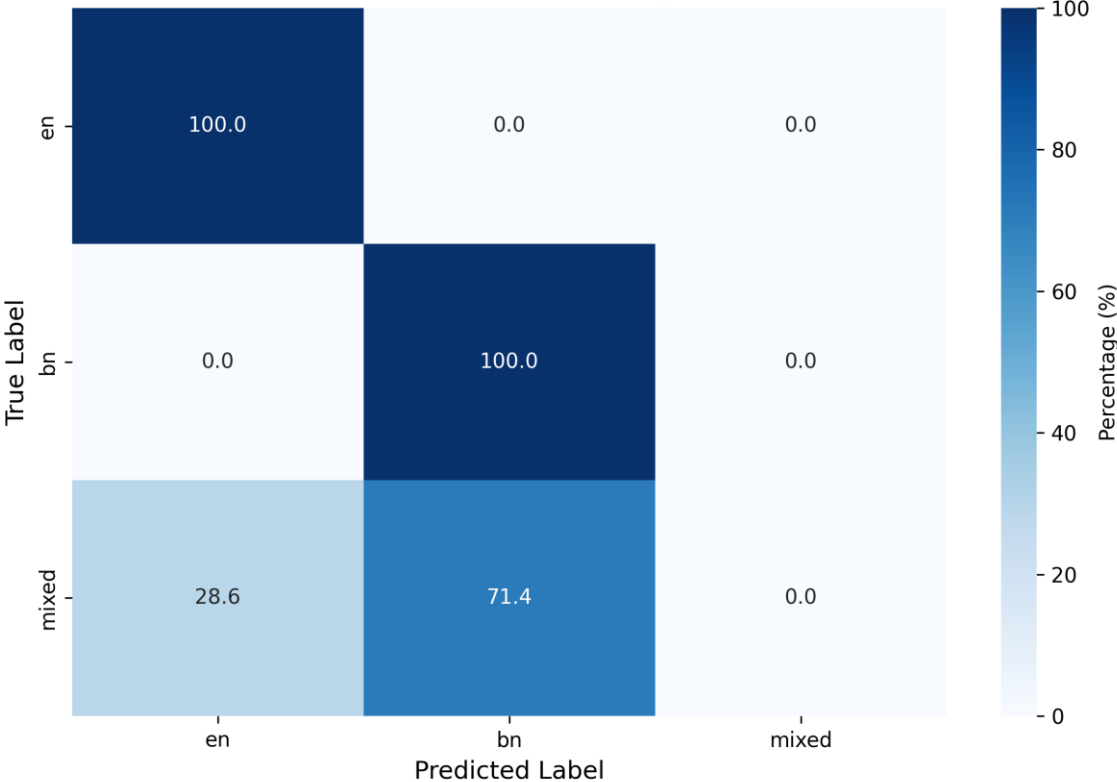
Experimental Results Continued



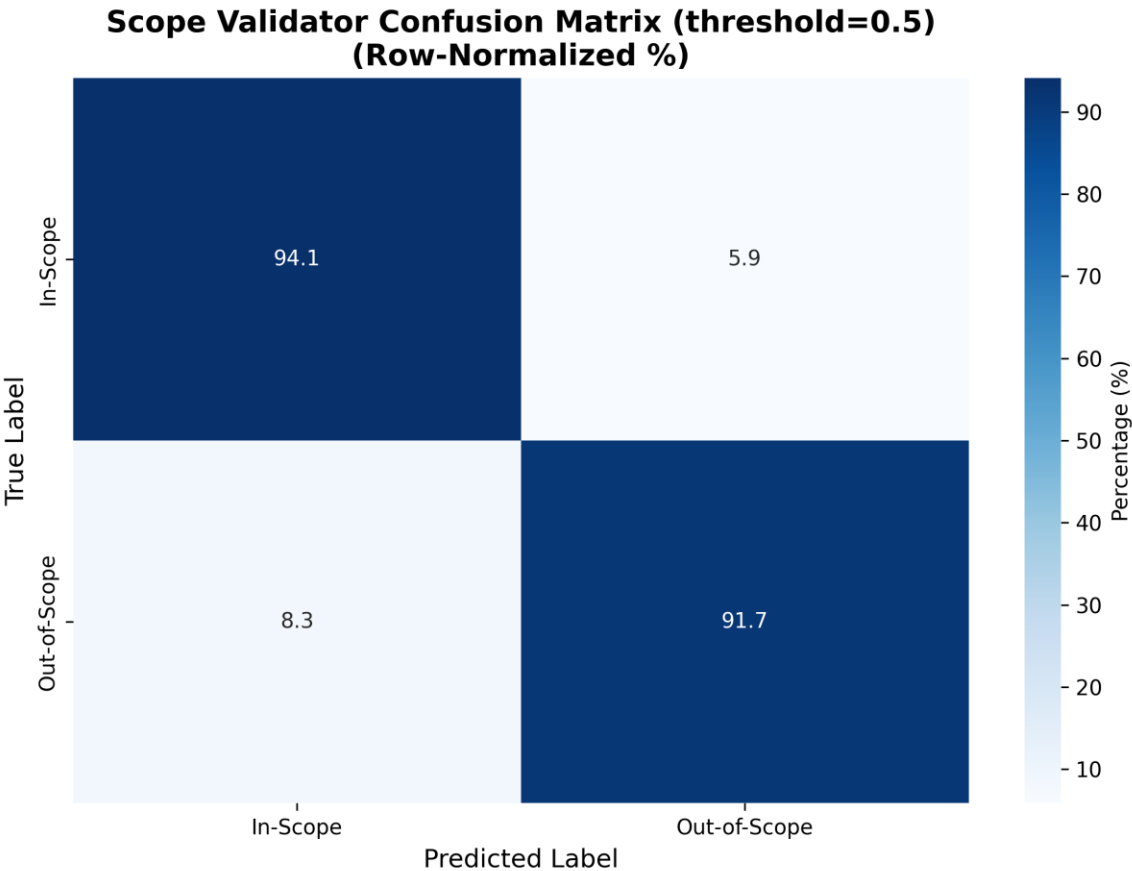
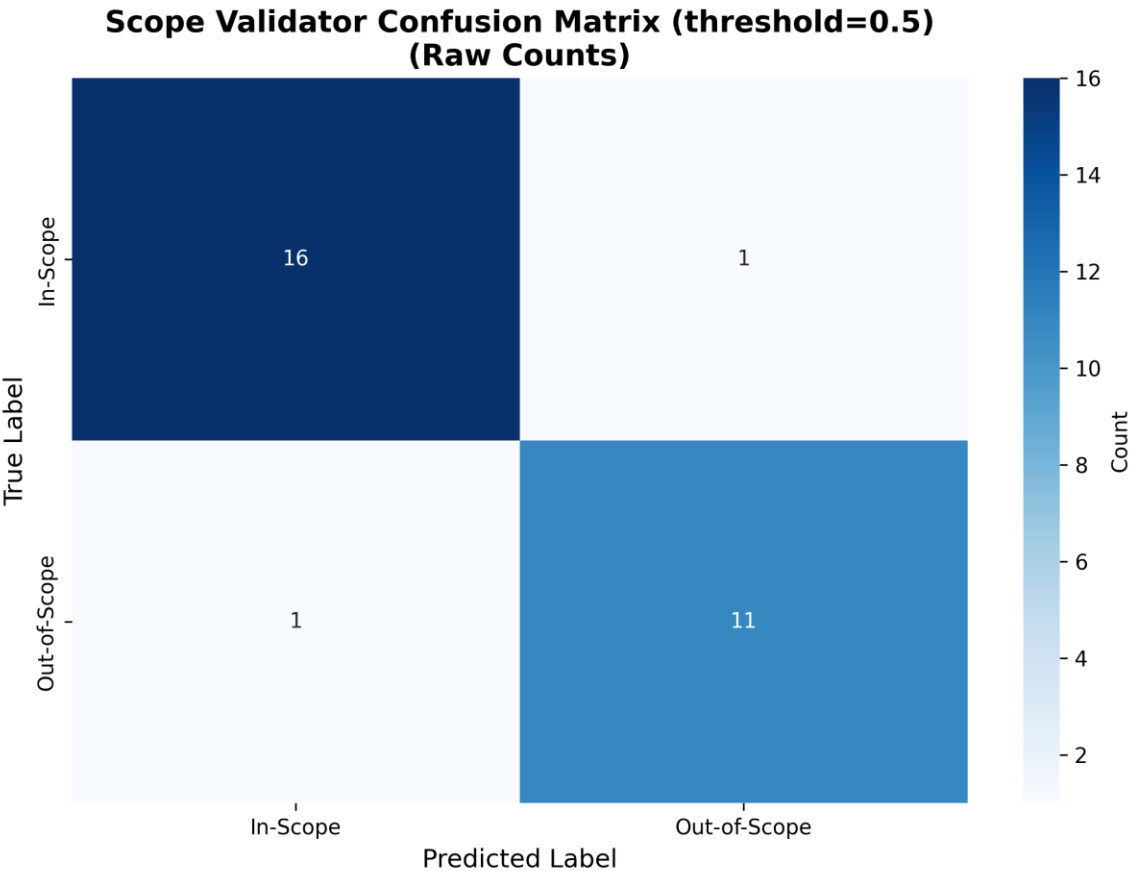
Language Identification Confusion Matrix
(Raw Counts)



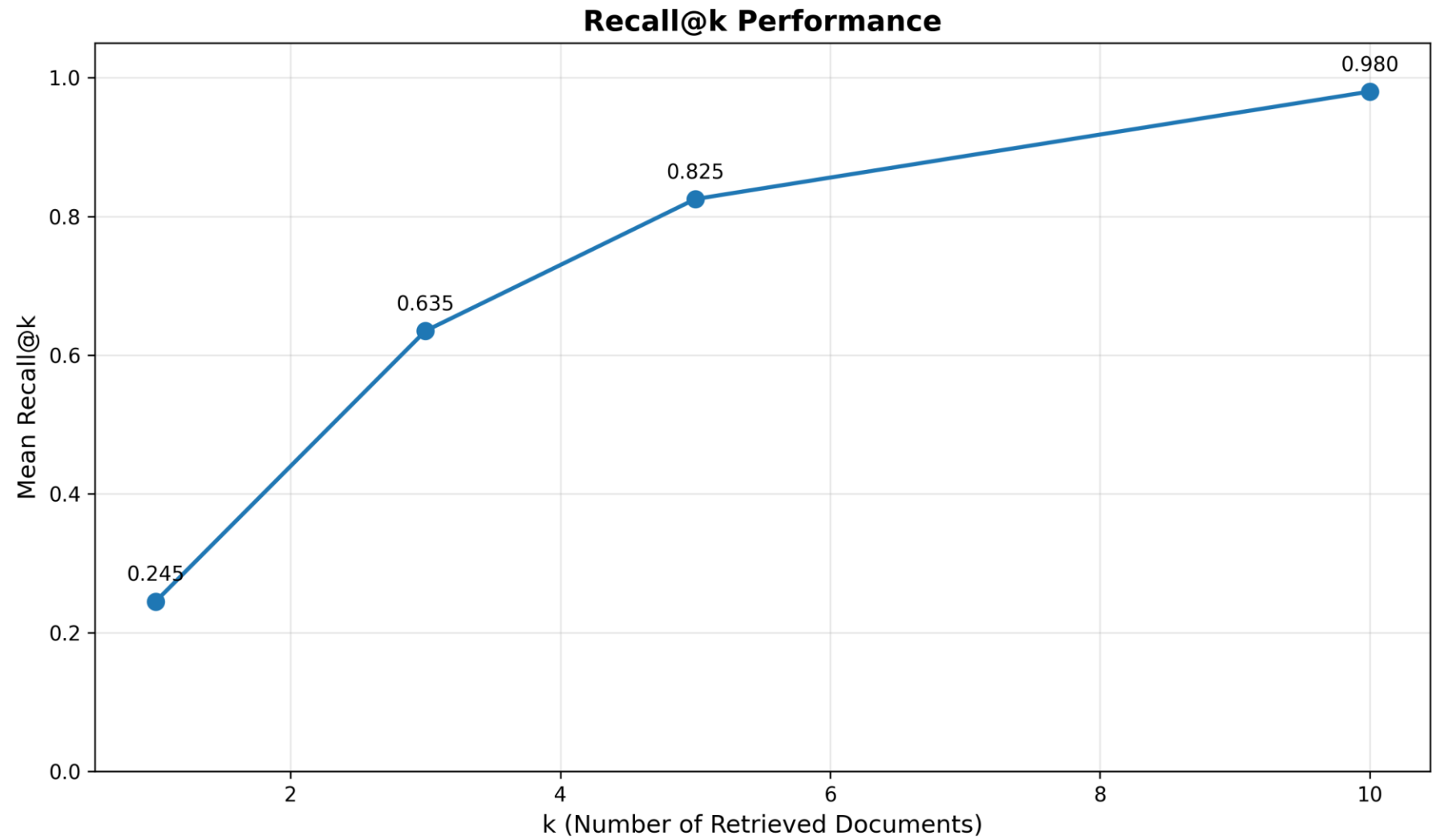
Language Identification Confusion Matrix
(Row-Normalized %)



Experimental Results Continued



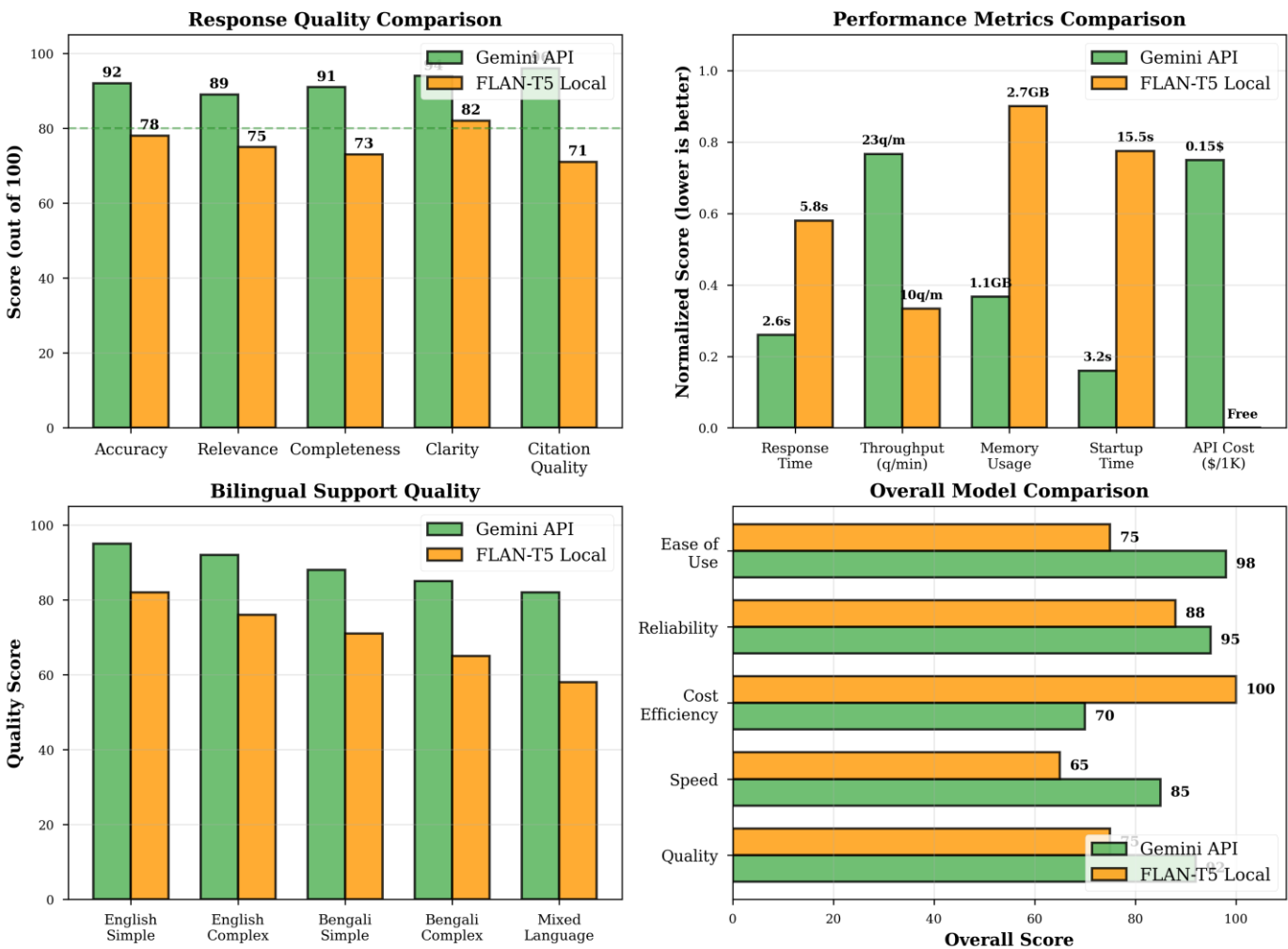
Experimental Results Continued



Experimental Results Continued



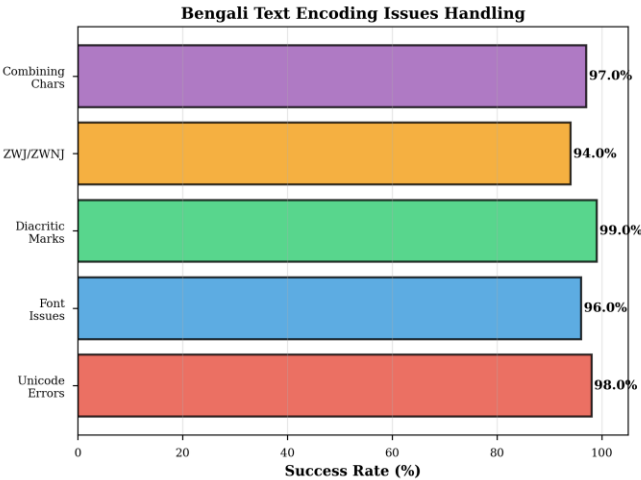
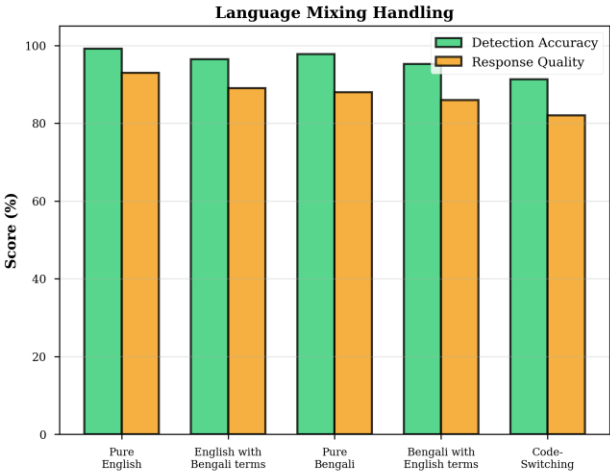
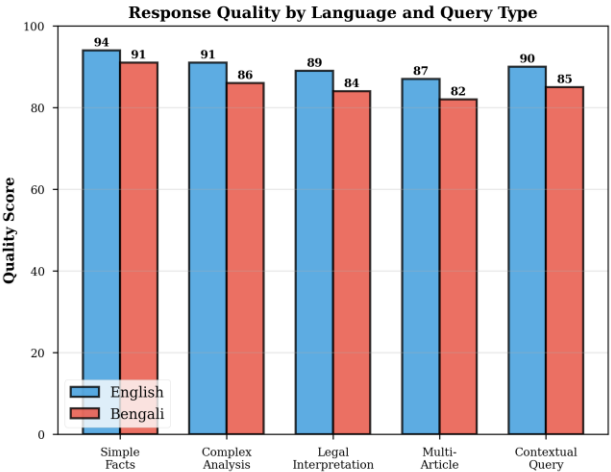
Gemini API vs FLAN-T5 Local Model: Comprehensive Comparison




Experimental Results Continued




Bilingual Support Effectiveness Analysis





Experimental Results Continued




System Status

 Gemini Model Active

 Network Connected

 System Ready


 Session Statistics


Queries

0


Duration

0.5m

 Embeddings: Ready

 Vector Store: Ready

Documents: 683


 Settings


Bangladesh Constitution Chatbot

Ask questions about the Constitution of the People's Republic of Bangladesh

Chat with the Constitution

Ask about the Bangladesh Constitution...

 প্রধানমন্ত্রীর ভূমিকা কী?

 বাংলাদেশের সংবিধান অনুযায়ী, প্রধানমন্ত্রী হলেন গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশের সরকার প্রধান এবং নির্বাহী ক্ষমতার মূল কেন্দ্রবিন্দু। বাংলাদেশের সংসদীয় গণতন্ত্রে প্রধানমন্ত্রীর ভূমিকা অত্যন্ত ব্যাপক ও প্রভাবশালী। প্রদত্ত সাংবিধানিক প্রসঙ্গ থেকে প্রধানমন্ত্রীর ভূমিকা নিম্নরূপ ব্যাখ্যা করা যায়:

১. নির্বাহী ক্ষমতার প্রধান (Head of Executive Power):

- সাংবিধানিক বিধান: সংবিধানের ৫৫(২) অনুচ্ছেদ অনুযায়ী, "প্রধানমন্ত্রী কর্তৃক বা তাঁহার কর্তৃত্বে এই সংবিধান অনুযায়ী প্রজাতন্ত্রের নির্বাহী ক্ষমতা প্রযুক্ত হইবে।"
- তাৎপর্য: এই বিধানটি প্রধানমন্ত্রীকে কার্যত দেশের সর্বোচ্চ নির্বাহী ক্ষমতাসম্পন্ন ব্যক্তি হিসেবে প্রতিষ্ঠিত করে। এর অর্থ হলো, রাষ্ট্রের সকল নির্বাহী ক্ষমতা প্রধানমন্ত্রীর মাধ্যমে বা তাঁর নির্দেশনায় পরিচালিত হয়। যদিও রাষ্ট্রপতি রাষ্ট্রের আনুষ্ঠানিক প্রধান, প্রকৃত শাসন ক্ষমতা প্রধানমন্ত্রীর হাতেই ন্যস্ত।

২. মন্ত্রিসভার প্রধান ও গঠনকারী (Head and Formulator of the Cabinet):

- সাংবিধানিক বিধান: সংবিধানের ৫৫(১) অনুচ্ছেদ অনুযায়ী, "প্রধানমন্ত্রীর নেতৃত্বে বাংলাদেশের একটি মন্ত্রিসভা থাকিবে এবং প্রধানমন্ত্রী ও সময়ে সময়ে তিনি ষে রূপ স্থির করিবেন, সেইরূপ অন্যান্য মন্ত্রী লইয়া এই মন্ত্রিসভা গঠিত হইবে।"
- তাৎপর্য: এই অনুচ্ছেদটি প্রধানমন্ত্রীকে মন্ত্রিসভার প্রধান হিসেবে স্বীকৃতি দেয়। প্রধানমন্ত্রীই নির্ধারণ করেন যে মন্ত্রিসভায় কতজন মন্ত্রী থাকবেন এবং কারা সেই পদে আসীন হবেন। এর মাধ্যমে প্রধানমন্ত্রী তাঁর পছন্দ অনুযায়ী একটি শক্তিশালী ও কার্যকর মন্ত্রিসভা গঠন করেন এবং সরকারের নীতি নির্ধারণ ও বাস্তবায়নে নেতৃত্ব দেন।

৩. সংসদের নিকট মন্ত্রিসভার দায়িত্বপ্রাপ্তি (Collective Responsibility of the Cabinet to Parliament):

Sample Questions

English Examples:

What does Article 27 say about equality?

What are the fundamental rights in Bangladesh Constitution?

What is the role of the Prime Minister?

How can the Constitution be amended?

What does the Constitution say about freedom of speech?

বাংলা উদাহরণ:


সংবিধানের ২৭ অনুচ্ছেদে সমতার বিষয়ে কী বলা হয়েছে?

বাংলাদেশের সংবিধানে মৌলিক অধিকারগুলো কী কী?

প্রধানমন্ত্রীর ভূমিকা কী?

কীভাবে সংবিধান সংশোধন করা যায়?

বাক স্বাধীনতা সম্পর্কে সংবিধানে কী বলা হয়েছে?

 About

This chatbot provides information about the Constitution of

Daffodil International University, Daffodil Smart City Birulia, Savar, Dhaka-1216, Bangladesh

Conclusion



- Developed the **first bilingual Constitution chatbot for Bangladesh**
- Achieved **93.1% accuracy** with **100% language detection** (Bangla & English)
- Implemented **automatic fallback system** (Gemini → FLAN-T5) for reliability
- Recorded **82.5% retrieval success** with **2.0 seconds response time**
- Demonstrated the effectiveness of **RAG for legal information systems**

Impact:

This system enables citizens to access constitutional information in their own language, enhancing legal awareness and supporting the future of AI-based legal services in Bangladesh.

Future Research Directions



- Implement response caching for faster performance
- Improve mixed-language query handling
- Add conversation history for multi-turn dialogues
- Extend coverage to Bangladesh Acts and Ordinances
- Fine-tune FLAN-T5 on legal text for better quality
- Develop mobile application
- Add voice input/output support
- Production deployment with monitoring and scaling

References



1. P. Lewis et al., “Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks,” arXiv.org, Apr. 12, 2021. <https://arxiv.org/abs/2005.11401>
2. M. Reuter et al., “Towards Reliable Retrieval in RAG Systems for Large Legal Datasets,” arXiv.org, 2025. <https://arxiv.org/abs/2510.06999> (accessed Oct. 09, 2025).
3. S. Huang et al., “Collective Constitutional AI: Aligning a Language Model with Public Input,” arXiv (Cornell University), Jun. 2024, doi: <https://doi.org/10.1145/3630106.3658979>.
4. A. Abdallah, Bhawna Piryani, and A. Jatowt, “Exploring the state of the art in legal QA systems,” Journal of Big Data, vol. 10, no. 1, Aug. 2023, doi:<https://doi.org/10.1186/s40537-023-00802-8>.
5. D. Trautmann et al., “Measuring the Groundedness of Legal Question-Answering Systems,” arXiv.org, 2025. <https://arxiv.org/abs/2410.08764>
6. D. Trautmann et al., “Measuring the Groundedness of Legal Question-Answering Systems,” pp. 176–186, Jan. 2024, doi: <https://doi.org/10.18653/v1/2024.nllp-1.14>.
7. U. Ghosh, D. Sharma, and Simran Khanuja, “Dependency Parser for Bengali-English CodeMixed Data enhanced with a Synthetic Treebank,” pp. 91–99, Jan. 2019, doi:<https://doi.org/10.18653/v1/w19-7810>.
8. D. Bakır, M. S. Aktas, and B. Yıldız, “A Model-Based Evaluation Metric for Question Answering Systems,” International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering, vol. 35, no. 02, pp. 243–262, Jan. 2025, doi:<https://doi.org/10.1142/s0218194025500032>.
9. M. R. Faisal, A. M. Shifa, M. H. Rahman, M. A. Uddin, and R. M. Rahman, “Bengali & Banglish: A monolingual dataset for emotion detection in linguistically diverse contexts,” Data in Brief, vol. 55, p. 110760, Aug. 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.110760>.
10. M. Volk and S. Clematide, “Detecting Code-Switching in a Multilingual Alpine Heritage Corpus,” Jan. 2014, doi: <https://doi.org/10.3115/v1/w14-3903>.
11. J. Martinez-Gil, “A survey on legal question–answering systems,” Computer Science Review, vol. 48, p. 100552, May 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2023.100552>.

Any Question



