

ANALISIS KINERJA SISTEM REKOMENDASI FILM MENGGUNAKAN HYBRID MODEL COLLABORATIVE FILTERING MATRIX FACTORIZATION

Fani Suryaningsih¹, Rudi Kurniawan², Bani Nurhakim³, Aris Pratama Putra⁴.

Program Studi Teknik Informatika¹²
Program Studi Manajemen Informatika³
Program Studi Sistem Informasi⁴

STMIK IKMI Cirebon
<https://ikmi.ac.id/page/18/?lang=de>
fanisuryaningsih2@gmail.com

(*) Corresponding Author : fanisuryaningsih2@gmail.com.
Published : 30 Maret 2026

Abstract—The large number of film titles, genre variations, and differences in film quality available on various digital platforms often make it difficult for users to find viewing options that suit their preferences. This condition demonstrates the importance of a recommendation system that can provide more accurate and adaptive suggestions. In addition, recommendation systems also face several common problems such as data sparsity and cold-start, which can affect the performance of conventional Collaborative Filtering methods. This study aims to develop a movie recommendation system using a hybrid approach, namely by combining Item-Based Collaborative Filtering and Matrix Factorization methods using the Singular Value Decomposition (SVD) algorithm. The system was developed using the Python programming language and tested using the MovieLens 1M dataset. The research process includes several stages, namely data pre-processing, data division using the k-fold cross-validation method, and a hyperparameter optimization process that includes the number of latent factors ($n_factors$), regularization values, and learning rates. Model performance was evaluated using the Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Absolute Error (MAE) metrics to measure the level of prediction error between the actual rating and the rating generated by the model. The results of the study indicate that the proposed hybrid model is capable of producing better performance with an RMSE value of 0.8682 and an MAE of 0.6796, demonstrating improved performance compared to the User-Based Collaborative Filtering model and the SVD model used separately. Furthermore, visualization of cross-validation results and statistical testing indicate that the hybrid model has more consistent performance in generating rating predictions. The results of this study demonstrate that combining a user-similarity-based approach with a latent factor extraction technique can more effectively address data sparsity issues and produce more relevant recommendations for users. Thus, the hybrid Collaborative Filtering and Matrix Factorization model developed in this study has been proven to improve the accuracy of recommendation systems and has the potential to be applied in developing movie recommendation systems in real-world environments.

Keywords : Movie recommendation system, Hybrid Collaborative Filtering, Matrix Factorization (SVD), RMSE Evaluation, Data sparsity and cold-start

Abstrak—Banyaknya judul film, variasi genre, serta perbedaan kualitas film yang tersedia pada berbagai platform digital seringkali membuat pengguna mengalami kesulitan dalam menemukan tontonan yang sesuai dengan preferensi mereka. Kondisi ini menunjukkan pentingnya keberadaan sistem rekomendasi yang mampu memberikan saran secara lebih akurat dan adaptif. Selain itu, sistem rekomendasi juga dihadapkan pada beberapa permasalahan umum seperti data sparsity dan cold-start, yang dapat mempengaruhi kinerja metode Collaborative Filtering konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem rekomendasi film menggunakan pendekatan hybrid, yaitu dengan menggabungkan metode Item-Based Collaborative Filtering dan Matrix Factorization menggunakan algoritma Singular Value Decomposition (SVD). Sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dan diuji menggunakan dataset MovieLens 1M. Proses penelitian meliputi beberapa tahapan, yaitu pra-pemrosesan data, pembagian data menggunakan metode k-fold cross-validation, serta proses optimasi hyperparameter yang mencakup jumlah faktor laten ($n_factors$), nilai regularisasi, dan *learning rate*. Kinerja model dievaluasi menggunakan metrik Root Mean Square Error (RMSE) dan Mean Absolute Error (MAE)

untuk mengukur tingkat kesalahan prediksi antara rating aktual dan rating yang dihasilkan oleh model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model hybrid yang diusulkan mampu menghasilkan performa yang lebih baik dengan nilai RMSE sebesar 0,8682 dan MAE sebesar 0,6796, serta menunjukkan peningkatan kinerja dibandingkan dengan model User-Based Collaborative Filtering maupun model SVD yang digunakan secara terpisah. Selain itu, visualisasi hasil cross-validation serta pengujian statistik menunjukkan bahwa model hybrid memiliki performa yang lebih konsisten dalam menghasilkan prediksi rating. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggabungan pendekatan berbasis kemiripan pengguna dengan teknik ekstraksi faktor laten mampu mengatasi permasalahan data sparsity secara lebih efektif serta menghasilkan rekomendasi yang lebih relevan bagi pengguna. Dengan demikian, model hybrid Collaborative Filtering dan Matrix Factorization yang dikembangkan dalam penelitian ini terbukti mampu meningkatkan akurasi sistem rekomendasi dan memiliki potensi untuk diterapkan dalam pengembangan sistem rekomendasi film pada lingkungan nyata.

Kata Kunci : Sistem rekomendasi film, Hybrid Collaborative Filtering, Matrix Factorization (SVD), Evaluasi RMSE, Data sparsity dan cold-start

INTRODUCTION

Dalam kurun waktu era digital ini, memilih tontonan sinema digedung pertunjukan menghadirkan sebuah persoalan tersendiri, mengingat banyaknya variasi judul dan jenis tayangan yang dapat dijumpai. Dengan demikian, mekanisme rekomendasi film yang menjadi krusial untuk menunjang para pemakai dalam menemukan yang sejalan dengan selera mereka. Salah satu metode yang terbukti optimal dalam mekanisme rekomendasi adalah pendekatan *hybrid*, yang memadukan penyaringan collaborative dengan teknik factorization matriks[1], [2].

Kumpulan data *MovieLens*, yang memuat peringkat film dari para pemakai, merupakan salah satu sumber informasi public yang sangat disukai dalam studi mengenai mekanisme rekomendasi. Walau *MovieLens* menyajikan beragam *genre* sinema, data tersebut tetap sangat berguna untuk memetakan selera penonton film bioskop lewat penilaian dan pola interaksi di antara pengguna[3], [4].

Kemajuan pesat dalam teknologi informasi dan telekomunikasi telah menjadi fenomena global. Hal ini tercermin dalam meningkatnya permintaan masyarakat akan teknologi informasi, termasuk dalam sektor hiburan seperti musik dan produksi film. Film sebagai media audiovisual yang menawarkan berbagai kategori *genre*, meliputi komedi, drama, horror, action hingga documenter. Meningkatkan produksi film yang senantiasa meningkat setiap tahun serta variasi preferensi *genre* antar individu yang pengembangan sistem rekomendasi menjadi krusial. Sistem ini diharapkan dapat menebak preferensi pengguna lewat analisis pola penilaian yang diberikan oleh pengguna lain[5], [6].

Sistem rekomendasi ialah rangka metodologis yang memanfaatkan prediksi selera pengguna atas sebuah produk untuk mengajukan usulan barang, lalu menonjolkan pilihan-pilihan yang diperkirakan paling diminati. Estimasi dalam sistem visual, destinasi pariwisata dan juga barang dagang elektronik. Ada dua alur utama dalam dunia rekomendasi: content-based filtering dan *Collaborative Filtering*. Pada content-based filtering, sistem memberi saran dengan menelusuri atribut-atribut produk yang sebelumnya berhasil mendapatkan respons positif dari pengguna; sementara *Collaborative Filtering* mengandalkan pandangan atau tindakan pengguna lain untuk menyeleksi produk yang cocok. Akan tetapi, meski metode *Collaborative Filtering* konvensional banyak dipakai, ia tak lepas dari sejumlah tantangan pertama, masalah cold start; kedua, kelangkaan data (sparsity); dan ketiga, keterbatasan skala[7], [8].

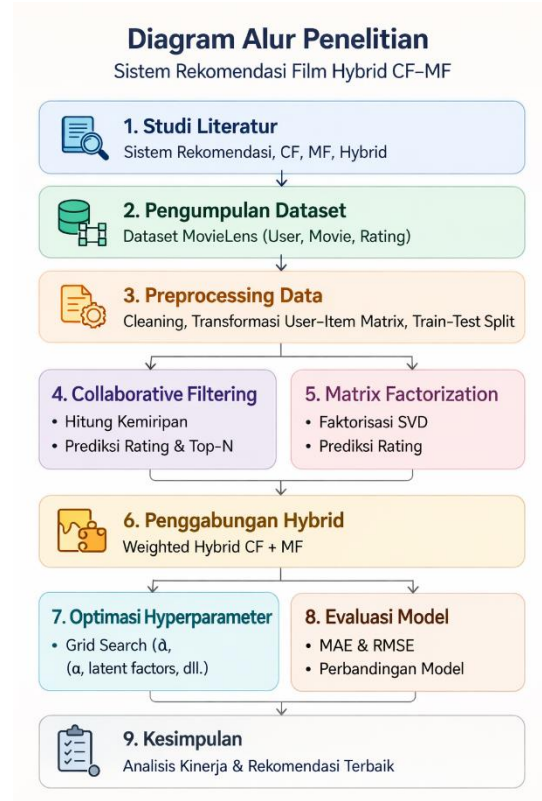
Akan tetapi metode *Collaborative Filtering* konvensional kerap menghadapi tantangan terkait masalah cold start, kelangkaan data (sparsity) dan keterbatasan skala. Guna mengatasi kendala ini sebuah pendekatan *hybrid* mengintegrasikan *Collaborative Filtering* dengan *Matrix Factorization* (misalnya Singular Value, Decomposition atau Alternating Least Squares) menawarkan solusi yang potensial. Metode *Matrix Factorization* dapat mencegah matriks penilaian menjadi representasi laten untuk pengguna dan item, yang pada gilirannya meningkatkan ketetapan prediksi dan menurunkan kompleksitas data.

Studi terdahulu telah mengkonfirmasi efektivitas dari implementasi metode rekomendasi. Sebagai contoh, Sumarlin berhasil mengembangkan sebuah aplikasi rekomendasi film menggunakan metode Simple Additive Weighting pada sistem operasi Android, yang menghasilkan tingkat penggunaan sistem sebesar 85,4%. Sari disisi lain

mempraktikan metode *Collaborative Filtering* dengan memanfaatkan Euclidean Distance dan mencapai nilai Kendall Rank Corellation Coefficient 0,66. Sebaliknya Marthasari menerapkan Algoritma Apriori untuk memberikan rekomendasi produk, dengan menetapkan nilai support sebesar 20% dan confidence guna mengidentifikasi N-top items.[9], [10], [11]

Namun sistem rekomendasi masih memiliki ruang untuk penyempurnaan, khususnya dalam hal kesesuaian dan ketetapan ramalan. Berdasarkan penjelasan sebelumnya, riset ini menitikberatkan pada pembangunan sistem rekomendasi film dengan mengadopsi model gabungan *Collaborative Filtering* yang didasarkan pada *Matrix Factorization*, sambil memanfaatkan kerangka kerja pembelajaran mesin seperti Apache Spark MLlib atau pustaka Python (scikit-learn, Surprise). Evaluasi kinerja akan dilaksanakan memakai metode K-fold Validation parameter penilaian seperti kesalahan Mean Absolute Error (MAE) dan Root Mean Square Error (RMSE). Terdapat tujuan dalam penelitian ini untuk mendemonstrasikan bahwa pendekatan *hybrid matrix vactorizatiion* sanggup memberikan tingkat akurasi dan kesusaian yang relevansinya jika dibandingkan metode *Collaborative Filtering* konvensional[12], [13], [14].

MATERIALS AND METHODS



Gambar 1. Alur Penelitian

Tahap pertama adalah melakukan kajian pustaka terhadap berbagai teori dan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan sistem rekomendasi. Pada tahap ini peneliti mempelajari konsep Sistem Rekomendasi, Collaborative Filtering (CF), Matrix Factorization (MF), dan metode Hybrid. Tujuannya adalah untuk memperoleh landasan teori serta memahami metode yang akan digunakan dalam penelitian.

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data penelitian yang digunakan untuk membangun sistem rekomendasi. Dataset yang digunakan adalah MovieLens 1M, yang berisi informasi mengenai pengguna, film, dan rating yang diberikan oleh pengguna terhadap film. Dataset ini menjadi sumber data utama dalam proses analisis dan pembangunan model.

Tahap preprocessing bertujuan untuk membersihkan dan mempersiapkan data sebelum digunakan dalam proses pemodelan. Proses yang dilakukan meliputi: Menghapus data duplikat, Menangani missing value, Mengubah data menjadi User-Item Matrix. Melakukan normalisasi data, Membagi dataset menjadi data training dan data testing

Tahap ini penting karena kualitas data sangat mempengaruhi hasil model. Pada tahap ini sistem membangun model Collaborative Filtering untuk

memprediksi rating film berdasarkan kemiripan preferensi antar pengguna atau antar film. Model ini bekerja dengan memanfaatkan pola rating yang diberikan oleh pengguna lain yang memiliki kesamaan preferensi.

Tahap berikutnya adalah menerapkan Matrix Factorization menggunakan algoritma Singular Value Decomposition (SVD). Metode ini digunakan untuk memecah matriks rating menjadi beberapa faktor laten yang dapat menggambarkan hubungan tersembunyi antara pengguna dan film. Teknik ini membantu mengatasi masalah data sparsity dalam sistem rekomendasi.

Pada tahap ini dilakukan penggabungan antara model Collaborative Filtering dan Matrix Factorization. Tujuan dari metode hybrid adalah untuk menggabungkan kelebihan kedua metode sehingga dapat menghasilkan rekomendasi film yang lebih akurat dan relevan.

Tahap ini bertujuan untuk menemukan kombinasi parameter terbaik pada model yang digunakan. Parameter seperti jumlah faktor laten, learning rate, dan bobot kombinasi hybrid dioptimasi menggunakan metode Grid Search agar performa model menjadi lebih optimal.

Setelah model dibangun dan dioptimasi, dilakukan evaluasi terhadap performa sistem rekomendasi. Evaluasi dilakukan menggunakan dua metrik utama yaitu: MAE (Mean Absolute Error) RMSE (Root Mean Square Error)

RESULTS AND DISCUSSION

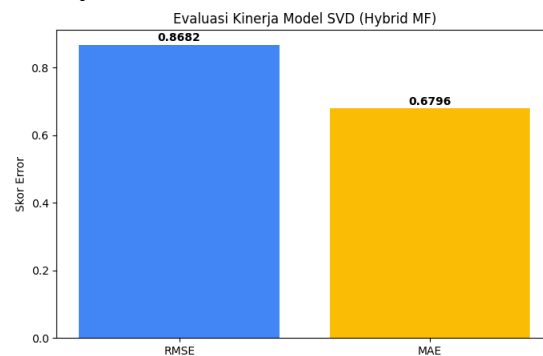
Pada tahap ini dilakukan proses evaluasi terhadap model sistem rekomendasi yang telah dibangun untuk mengetahui seberapa akurat model dalam memprediksi rating film yang diberikan oleh pengguna. Proses evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan antara rating asli yang diberikan oleh pengguna (actual rating) dengan rating yang diprediksi oleh model (predicted rating). Hasil perbandingan antara rating aktual dan rating prediksi menunjukkan bahwa sebagian besar nilai prediksi yang dihasilkan oleh model cukup mendekati rating yang diberikan oleh pengguna. Meskipun terdapat beberapa kasus dengan selisih prediksi yang cukup besar, hal tersebut merupakan kondisi yang umum terjadi pada sistem rekomendasi karena preferensi setiap pengguna terhadap film dapat sangat bervariasi.

penelitian ini menggunakan dua metrik evaluasi yang umum digunakan pada sistem rekomendasi, yaitu Mean Absolute Error (MAE) dan Root Mean Square Error (RMSE). Kedua metrik ini digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan prediksi yang dihasilkan oleh model.

Tabel 1 model *Hybrid Collaborative Filtering Matrix Factorization*

Metrik Evaluasi	Nilai
Root Mean Squared Error (RMSE)	0,8682
Mean Absolute Error (MAE)	0,6796

Berdasarkan hasil evaluasi pada Tabel 1 model *hybrid CF-MF* menunjukkan performa prediksi yang baik hingga tingkat prediksi yang relatif rendah. Nilai RMSE sebesar 0.8682 dan MAE sebesar 0.6796 menunjukkan bahwa tingkat kesalahan prediksi model relatif kecil jika dibandingkan dengan skala rating yang digunakan, yaitu 1 hingga 5. Dengan demikian, model sistem rekomendasi yang dibangun dalam penelitian ini dapat dikatakan memiliki kemampuan prediksi yang cukup baik dalam memperkirakan preferensi pengguna terhadap film.



Gambar 2 Evaluasi kinerja model *Hybrid-MF*

Gambar 2 menampilkan grafik yang menggambarkan hasil evaluasi kinerja model SVD (Singular Value Decomposition) yang digunakan dalam pendekatan Hybrid Matrix Factorization pada sistem rekomendasi film. Grafik ini memperlihatkan dua metrik evaluasi yang digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan prediksi model, yaitu Root Mean Square Error (RMSE) dan Mean Absolute Error (MAE).

Berdasarkan grafik tersebut, nilai RMSE yang diperoleh adalah sebesar 0.8682, sedangkan nilai MAE sebesar 0.6796. Kedua nilai ini merepresentasikan tingkat perbedaan antara rating aktual yang diberikan oleh pengguna dengan rating yang diprediksi oleh model sistem rekomendasi.

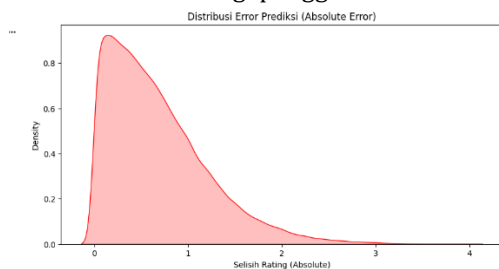
Nilai RMSE yang lebih tinggi dibandingkan MAE menunjukkan bahwa metrik ini lebih sensitif terhadap kesalahan prediksi yang besar. Artinya, apabila terdapat perbedaan yang cukup besar

antara rating aktual dan rating prediksi, maka nilai RMSE akan meningkat secara lebih signifikan. Nilai RMSE sebesar 0.8682 mengindikasikan bahwa rata-rata kesalahan prediksi model berada di bawah satu poin pada skala rating 1 hingga 5.

Di sisi lain, nilai MAE sebesar 0.6796 menunjukkan bahwa rata-rata selisih antara rating aktual dan rating yang diprediksi oleh model berada pada kisaran 0.67 poin. Nilai tersebut tergolong relatif kecil jika dibandingkan dengan skala rating yang digunakan, sehingga dapat disimpulkan bahwa model mampu menghasilkan prediksi yang cukup mendekati nilai rating sebenarnya.

Apabila dibandingkan, nilai MAE yang lebih rendah daripada RMSE menunjukkan bahwa secara umum kesalahan prediksi model tidak terlalu besar. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa kasus tertentu dimana perbedaan antara rating aktual dan rating prediksi cukup tinggi sehingga mempengaruhi nilai RMSE.

Secara keseluruhan, hasil evaluasi yang ditampilkan pada grafik menunjukkan bahwa model SVD yang diterapkan dalam pendekatan Hybrid Matrix Factorization memiliki kinerja yang cukup baik dalam memprediksi rating film yang diberikan oleh pengguna. Hal ini tercermin dari nilai RMSE dan MAE yang relatif kecil jika dibandingkan dengan rentang skala rating yang digunakan. Dengan demikian, model yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat dianggap cukup efektif dalam menghasilkan rekomendasi film bagi pengguna.



Gambar 3 Distribusi error prediksi

Gambar 3 menunjukkan grafik distribusi error prediksi (absolute error) yang dihasilkan oleh model sistem rekomendasi. Grafik ini digunakan untuk menganalisis bagaimana penyebaran selisih antara rating aktual yang diberikan oleh pengguna dengan rating yang diprediksi oleh model.

Pada grafik tersebut, sumbu horizontal (X) merepresentasikan nilai selisih rating secara absolut, yaitu perbedaan antara rating aktual dan rating prediksi tanpa mempertimbangkan tanda positif atau negatif. Nilai ini menunjukkan tingkat kedekatan hasil prediksi model terhadap

nilai rating yang sebenarnya. Sementara itu, sumbu vertikal (Y) menunjukkan nilai density atau kepadatan distribusi data yang menggambarkan frekuensi kemunculan nilai error tertentu dalam hasil prediksi model. Berdasarkan grafik distribusi tersebut, dapat dilihat bahwa sebagian besar nilai error berada pada rentang 0 hingga 1. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas prediksi yang dihasilkan oleh model memiliki selisih yang relatif kecil dibandingkan dengan rating aktual yang diberikan oleh pengguna. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa model mampu memperkirakan preferensi pengguna terhadap film dengan cukup baik.

Grafik juga memperlihatkan bahwa nilai error yang sangat besar, yaitu di atas 2 hingga 3 poin, muncul dengan frekuensi yang sangat kecil. Hal ini menunjukkan bahwa kejadian dimana model menghasilkan prediksi yang jauh berbeda dari rating sebenarnya relatif jarang terjadi. Sebagian besar hasil prediksi masih berada dalam batas kesalahan yang dapat diterima. Selain itu, bentuk distribusi grafik yang condong ke arah kanan (right-skewed distribution) menunjukkan bahwa nilai error yang kecil lebih sering muncul dibandingkan dengan nilai error yang besar. Pola distribusi seperti ini umumnya menunjukkan performa model yang baik dalam sistem rekomendasi, karena sebagian besar prediksi yang dihasilkan mendekati nilai rating sebenarnya.

Secara keseluruhan, distribusi error prediksi yang ditampilkan pada grafik mengindikasikan bahwa model sistem rekomendasi yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki kinerja yang cukup baik. Mayoritas kesalahan prediksi berada pada nilai yang relatif kecil sehingga model dapat dianggap cukup efektif dalam memprediksi rating film berdasarkan preferensi pengguna.

CONCLUSION

Hasil penelitian dan pembahasan yang telah dijabarkan di bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Penelitian ini menggunakan dataset MovieLens yang berisi informasi mengenai rating yang diberikan oleh pengguna terhadap film. Dataset tersebut memiliki beberapa atribut utama yaitu *userId*, *itemId*, *rating*, dan *timestamp* yang digunakan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dan film dalam sistem rekomendasi.

Hasil analisis distribusi rating menunjukkan bahwa sebagian besar pengguna memberikan penilaian pada kategori menengah hingga tinggi, yaitu pada rating 3, 4, dan 5. Hal ini menunjukkan adanya kecenderungan pengguna memberikan penilaian positif terhadap film yang

mereka tonton, yang dikenal sebagai positive rating bias.

Matriks user-item yang dibentuk dari dataset memiliki banyak nilai kosong karena tidak semua pengguna memberikan rating terhadap seluruh film yang tersedia. Kondisi ini disebut data sparsity, yang menjadi salah satu tantangan utama dalam pengembangan sistem rekomendasi.

Penelitian ini menerapkan pendekatan Hybrid Recommendation System dengan menggabungkan metode Collaborative Filtering dan Matrix Factorization menggunakan algoritma Singular Value Decomposition (SVD). Pendekatan ini digunakan untuk memanfaatkan kemiripan pola rating antar pengguna sekaligus mengekstraksi faktor laten yang dapat menggambarkan hubungan tersembunyi antara pengguna dan film.

Berdasarkan hasil evaluasi model yang dilakukan menggunakan metrik RMSE dan MAE, diperoleh nilai RMSE sebesar 0.8682 dan MAE sebesar 0.6796. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model yang dibangun memiliki tingkat kesalahan prediksi yang relatif rendah sehingga sistem rekomendasi yang dihasilkan dapat memberikan prediksi rating yang cukup akurat dan relevan bagi pengguna.

REFERENCE

- [1] L. Zhang, L. Wang, J. Dang, L. Guo, And Q. Yu, "Gender-Aware Cnn-Bilstm For Speech Emotion Recognition," In *Lecture Notes In Computer Science (Including Subseries Lecture Notes In Artificial Intelligence And Lecture Notes In Bioinformatics)*, 2018, Pp. 782-790. Doi: 10.1007/978-3-030-01418-6_76.
- [2] L. Zhang, L. Wang, J. Dang, L. Guo, And Q. Yu, "Gender-Aware Cnn-Bilstm For Speech Emotion Recognition," In *Lecture Notes In Computer Science (Including Subseries Lecture Notes In Artificial Intelligence And Lecture Notes In Bioinformatics)*, 2018, Pp. 782-790. Doi: 10.1007/978-3-030-01418-6_76.
- [3] R. Maurya, N. Nath Pandey, And M. Kishore Dutta, "Visioncervix: Papanicolaou Cervical Smears Classification Using Novel Cnn-Vision Ensemble Approach," *Biomed. Signal Process. Control*, Vol. 79, 2023, Doi: 10.1016/J.Bspc.2022.104156.
- [4] B. H. Pansambal, A. B. Nandgaokar, J. L. Rajput, And A. Wagh, "An Integrated Cnn-Bilstm Approach For Facial Expressions," *International Journal Of Advanced Computer Science And Applications*, Vol. 15, No. 3, Pp. 985-990, 2024, Doi: 10.14569/Ijacs.2024.0150398.
- [5] N. Wu, D. Jia, C. Zhang, And Z. Li, "Cervical Cell Classification Based On Strong Feature Cnn-Lsvm Network Using Adaboost Optimization," Vol. 44, No. 3, Pp. 4335-4355, 2023, Doi: 10.3233/Jifs-221604.
- [6] D. J. Chaudhari And K. Malathi, "Detection And Prediction Of Rice Leaf Disease Using A Hybrid Cnn-Svm Model," *Optical Memory And Neural Networks (Information Optics)*, Vol. 32, No. 1, Pp. 39-57, 2023, Doi: 10.3103/S1060992x2301006x.
- [7] M. Khan And S. Kwon, "1d-Cnn: Speech Emotion Recognition System Using A Stacked Network With Dilated Cnn Features," *Computers, Materials And Continua*, Vol. 67, No. 3, Pp. 4039-4059, 2021, Doi: 10.32604/Cmc.2021.015070.
- [8] S. M. H. Ali Shuvo And R. Khan, "Bangla Speech-Based Emotion Detection Using A Hybrid Cnn-Transformer Approach," In *Proceedings - 2023 8th International Conference On Communication, Image And Signal Processing, Ccisp 2023*, 2023, Pp. 163-167. Doi: 10.1109/Ccisp59915.2023.10355685.
- [9] A. Shaik, G. Prabhakar Reddy, R. Vidya, J. Varsha, G. Jayasree, And L. Sriveni, "Hybrid Cnn-Lstm Framework For Robust Speech Emotion Recognition," In *Proceedings - International Research Conference On Smart Computing And Systems Engineering, Scse 2025*, 2025. Doi: 10.1109/Scse65633.2025.11031070.
- [10] A. Shaik, G. Prabhakar Reddy, R. Vidya, J. Varsha, G. Jayasree, And L. Sriveni, "Hybrid Cnn-Lstm Framework For Robust Speech Emotion Recognition," In *Proceedings - International Research Conference On Smart Computing And Systems Engineering, Scse 2025*, 2025. Doi: 10.1109/Scse65633.2025.11031070.
- [11] H. Oleiwi, A. Alkaim, And H. Jasim, "Cross-Corpus Speech Emotion Recognition Using Cnn-Mfcc Fusion, Nca Feature Selection, And Bilstm Classification," *Computers & Electrical Engineering*, Vol. 119, P. 109626, 2025.
- [12] A. Islam, M. Foysal, And M. I. Ahmed, "Emotion Recognition From Speech Audio Signals Using Cnn-Bilstm Hybrid Model," In *2024 3rd International Conference On Advancement In Electrical And Electronic Engineering, Icaeee 2024*, 2024. Doi: 10.1109/Icaeee62219.2024.10561755.

- [13] A. Islam, M. Foysal, And M. I. Ahmed, "Emotion Recognition From Speech Audio Signals Using Cnn-Bilstm Hybrid Model," In *2024 3rd International Conference On Advancement In Electrical And Electronic Engineering, Icaeee 2024*, 2024. Doi: 10.1109/Icaeee62219.2024.10561755.
- [14] J. L. Bautista, Y. K. Lee, And H. S. Shin, "Speech Emotion Recognition Based On Parallel Cnn-Attention Networks With Multi-Fold Data Augmentation," *Electronics (Switzerland)*, Vol. 11, No. 23, 2022, Doi: 10.3390/Electronics11233935.