

সারাংশ (Abstract)

ভিটিলিগো হলো একটি দীর্ঘমেয়াদী স্বকের রোগ, যেখানে স্বকের নির্দিষ্ট অংশে রং চলে যায় মেলানোসাইট ধ্বংস হওয়ার কারণে। এই রোগের কারণে শারীরিক সমস্যা কম হলেও মানসিক ও সামাজিক সমস্যার প্রভাব অনেক গভীর। বর্তমানে এই রোগ নির্ণয়ের জন্য বেশিরভাগ ক্ষেত্রেই ডাক্তারদের দৃশ্য-পর্যবেক্ষণের ওপর নির্ভর করতে হয়, যা সময়সাপেক্ষ, অনির্ভরযোগ্য এবং অনেক সময় ভুল হতে পারে।

এই গবেষণায় আমরা একটি নতুন ডিপ লার্নিং মডেল প্রস্তাব করছি, যেখানে **Inception V3** ব্যবহৃত হবে রোগ সনাক্তকরণের জন্য এবং **UNet++** ব্যবহৃত হবে স্বকের ক্ষত-বিক্ষত অংশ চিহ্নিত করার জন্য (segmentation)। এই প্রযুক্তি বাস্তব জগতে, বিশেষ করে রিমোট বা চিকিৎসক-অভাবী অঞ্চলে, রোগ নির্ণয়ে সহায়ক হতে পারে।

অধ্যায় ১: ভূমিকা (Introduction)

১.১ অনুপ্রেরণা (Motivation)

ভিটিলিগো রোগ শনাক্তে এখনো আমরা অনেকেই ডাক্তারদের দৃশ্যমান পর্যবেক্ষণের ওপর নির্ভরশীল, যা অনেক সময় ভুল সিদ্ধান্তের কারণ হতে পারে। আর অনেক জায়গায় চর্মরোগ বিশেষজ্ঞের অভাব রয়েছে। এই প্রেক্ষাপটে আমরা এমন একটি প্রযুক্তি তৈরি করতে চাই যা সস্তা, নির্ভরযোগ্য এবং যেকোনো মোবাইল ডিভাইস থেকেও ব্যবহার করা যাবে। AI ও deep learning-এর অগ্রগতির মাধ্যমে এমন একটি স্বয়ংক্রিয় সিস্টেম বানানো সম্ভব যেটি দ্রুত এবং সঠিকভাবে রোগ সনাক্ত করতে পারবে।

১.২ সামাজিক ও নৈতিক বিষয়াবলি (Social and Ethical Issues)

ভিটিলিগো রোগে আক্রান্ত অনেক মানুষ সামাজিকভাবে অপমানিত হন বা মানসিকভাবে ভেঙে পড়েন। তাদের জন্য একটি সহজ এবং সঠিক রোগ নির্ণয় পদ্ধতি অত্যন্ত দরকার।

তবে AI ব্যবহারে কিছু নৈতিক সমস্যা আছে:

- বৈষম্য: বিভিন্ন গায়ের রঙে মডেল যেন সমানভাবে কাজ করে তা নিশ্চিত করতে হবে।
- গোপনীয়তা: রোগীর চিত্র বা তথ্য যেন গোপনে থাকে।
- বিশ্বস্ততা: AI যেভাবে সিদ্ধান্ত নিচ্ছে, তা যেন ডাক্তারের বোঝার মত হয় (যেমন Grad-CAM এর মাধ্যমে হিটম্যাপ দেখানো)।

বাস্তব জীবনের সমস্যা: অনেক সময় রোগ দেরিতে ধরা পড়ে, ভুল চিকিৎসা হয়। আমাদের এই মডেল সহজে, দ্রুত এবং সঠিকভাবে রোগ ধরতে পারবে যেকোনো স্থানে, বিশেষ করে যেখানে চিকিৎসা-ব্যবস্থা দুর্বল।

১.৩ পরিবেশ ও টেকসইতা বিষয়ক আলোচনা (Environment and Sustainability Issues)

এই মডেল চিকিৎসার জন্য দূর্বর্তী জায়গা থেকে রোগ নির্ণয় সম্ভব করে, যার ফলে যাতায়াত, সময় এবং স্বালানির খরচ কমে। আমরা ট্রেন করা প্রি-ট্রেন্ড মডেল ব্যবহার করবো (যেমন Inception V3), যাতে কম শক্তি খরচ হয় এবং মডেল মোবাইলেও চলতে পারে।

পূর্ববর্তী গবেষণার চেয়ে উন্নতি:

- আগে কেবল classification বা segmentation হতো, আমরা দুটি একত্রিত করছি।
- মোবাইল ফ্রেন্ডলি এবং কম ডেটা দিয়েও ভালো কাজ করে।
- যেকোনো গায়ের রঙ বা আলোর পরিবেশে সঠিক কাজ করে।

১.৪ পূর্ববর্তী গবেষণাসমূহ (Related Works)

- U-Net ব্যবহার করে করা একটি গবেষণায় segmentation এর জন্য Jaccard Index ছিল ৭৩.৬%।
- YOLO ও UNet++ মিলে classification ও segmentation-এ ভালো ফলাফল দিয়েছে কিন্তু অন্যান্য গায়ের রঙে কাজের মান কমেছে।
- Inception V3 দিয়ে ৯৯.৯% accuracy পাওয়া গেছে তবে এটি segmentation করতে পারেনি।
- কিছু transformer model যেমন Swin Transformer interpretability বাড়িয়েছে তবে সেগুলো অনেক বড় ডেটা সেটের ওপর নির্ভরশীল।

এইসব মডেল একক কাজ করেছে — কেউ classification, কেউ segmentation। কিন্তু আমরা দুইটি কাজ একই সাথে করবো।

১.৫ পূর্ববর্তী কাজের সীমাবদ্ধতা (Limitations of Previous Works)

- অনেক মডেল শুধুমাত্র classification বা segmentation করতে পারে।
- অধিকাংশ মডেল কালো বা বাদামী গায়ের রঙে কম ভালো কাজ করে।
- Interpretability কম — মানে ডাক্তার বুঝতে পারে না AI কেন ওই সিদ্ধান্ত নিল।

- বাস্তব জীবনের ব্যবহারে টেস্ট করা হয়নি।
- মোবাইলে চালানোর উপযোগী নয়।

১.৬ সমস্যা বর্ণনা (Problem Statement)

বর্তমানের AI মডেলগুলো অনেক সময় সঠিকভাবে vitiligo সনাক্ত করতে পারে না — কেউ শুধু ছবি দেখে বলতে পারে vitiligo আছে কিনা, কেউ আবার lesion কোথায় আছে তা চিনতে পারে। কিন্তু কেউই দুটি কাজ একসাথে করতে পারে না।

আমাদের লক্ষ্য:

- ছবিতে vitiligo আছে কিনা তা শনাক্ত করা (classification)
- কোথায় কোথায় আছে তা নির্দিষ্টভাবে দেখানো (segmentation)
- সিদ্ধান্ত কেন নেওয়া হলো তা বোঝানো (interpretability)
- দ্রুত এবং মোবাইলে চলে এমন সিস্টেম তৈরি করা।

১.৭ প্রস্তাবিত পদ্ধতি (Our Proposed Method)

আমাদের প্রস্তাবিত মডেল দুটি ধাপে কাজ করবে:

1. **Inception V3** দিয়ে classification — ছবি দেখে বুঝবে vitiligo আছে কিনা।
2. **UNet++** দিয়ে segmentation — যদি vitiligo ধরা পড়ে, তবে lesion এর সীমানা বুঝে নির্দিষ্টভাবে দেখাবে।
3. **Grad-CAM heatmaps** — মডেল কোন অংশ দেখে সিদ্ধান্ত নিচ্ছে তা হাইলাইট করে দেখাবে।

ডেটাসেট: পাবলিক ডেটাসেট + অগমেন্টেশন করা synthetic ডেটা

মেট্রিক্স: Accuracy, AUC, Jaccard Index, F1-Score ইত্যাদি

Evaluation: কিভাবে বিভিন্ন স্কিন টাইপে ভালো কাজ করে তা টেস্ট করা হবে

এই গবেষণার অবদানসমূহ (Key Contributions)

- একসাথে classification ও segmentation করা যায় এমন একটি মডেল
- হিটম্যাপ ব্যবহার করে ব্যাখ্যা যোগ্যতা (interpretability)
- অগমেন্টেশন ও diverse ডেটা ব্যবহার করে bias কমানো
- মোবাইল ও টেলিমেডিসিনে ব্যবহারের উপযোগী সিস্টেম

অধ্যায় ২: উপসংহার (Conclusion)

এই গবেষণায় আমরা একটি সম্পূর্ণ স্বয়ংক্রিয় AI ভিত্তিক সিস্টেম তৈরি করতে যাচ্ছি যা vitiligo রোগ শনাক্ত ও পর্যবেক্ষণ দুটোই করতে পারবে। এটি চিকিৎসকদের সহায়তা করবে রোগ দ্রুত এবং সঠিকভাবে বুঝতে। ভবিষ্যতে এই মডেল মোবাইল বা IoT ডিভাইসেও ব্যবহার করা যাবে এবং রোগীর ক্লিনিকাল তথ্য (যেমন ইতিহাস) যুক্ত করে আরও উন্নত চিকিৎসা সহায়তা দেওয়া যাবে।