কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা (AI) এবং লার্জ ল্যাঙ্গুয়েজ মডেল (LLM) উন্নয়নে ন্যানোপ্রযুক্তির ভূমিকা

আনিস রহমান, পি. এইচ-ডি.

জুলাই ৪, ২০২৪

সারাংশ

কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা (AI) এবং লার্জ ল্যাঙ্গুয়েজ মডেল (LLM) কম্পিউটার বিজ্ঞানের দুটি দ্রুত বর্ধনশীল ক্ষেত্র। AI হল এমন মেশিন তৈরির বিজ্ঞান যা মানুষের মতো কাজ করতে পারে, এবং LLMহল এমন কম্পিউটার প্রোগ্রাম যা বিপুল পরিমাণ পাঠ্য ডেটাতে প্রশিক্ষিত হয় এবং মানুষের মতো পাঠ্য তৈরি করতে, ভাষা অনুবাদ করতে এবং বিভিন্ন ধরণের সৃজনশীল ধরনের লেখা লিখতে পারে। ন্যানোপ্রযুক্তি হল পদার্থের ডিজাইন এবং নিয়ন্ত্রণের বিজ্ঞান যা পরমাণু এবং অণুর স্কেলে কাজ করে। ন্যানোপ্রযুক্তি AI এবং LLMকে বেশ কয়েকটি উপায়ে উন্নত করতে পারে যা এই প্রবন্ধের আলোচ্য বিষয়। উদাহরণস্বরূপ, ন্যানোপ্রযুক্তি ব্যবহার করে দ্রুত এবং আরও শক্তিশালী প্রসেসর তৈরি করা সম্ভব যা AI অ্যালগরিদম চালাতে পারে। এছাড়াও, ন্যানোপ্রযুক্তি ব্যবহার করে এমন সেন্সর তৈরি করা সম্ভব যা AI সিস্টেমকে তাদের চারপাশের বিশ্বের সাথে আরও কার্যকরভাবে মিথস্ক্রিয়া করতে দেয়। উপরন্তু, ন্যানোপ্রযুক্তি ব্যবহার করে এমন মেমরি ডিভাইস তৈরি করা সম্ভব যা LLMদ্বারা সংরক্ষিত বিপুল পরিমাণ ডেটা সংরক্ষণ করতে পারে।

মূল তথ্যদীঃ ন্যানোটেকনোলজি, কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা (AI), লার্জ ল্যাঙ্গুয়েজ মডেল (LLM), রূপান্তরমূলক প্রভাব, টেরাহার্টজ অনুবীক্ষণ যন্ত্র, ব্যক্তিগতকৃত রোগ নির্ণয়, সিঙ্গল-নিউক্লিওটাইড পলিমরফিজম।

ভূমিকা

প্রকৃতপক্ষে ন্যানোটেকনোলজি এবং কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা (AI, বা ডিজিটাল বুদ্ধিমত্তা), এ দুটিই বিপ্লবী ক্ষেত্র তবে এটা অবশ্যই মনে রাখতে হবে যে কম্পিউটার ব্যতিত AI এর কোন অস্তিত্ব নাই, কিন্তু AI এর বদৌলতে কম্পিউটার অনেক কিছু সাধন করতে পারে এবং তার সম্ভাবনাকে প্রশস্ত করে [১-৪]। ন্যানোপ্রযুক্তি আণবিক স্তরে পদার্থের ধর্ম নিয়ন্ত্রণ করে অনেক অভূতপূর্ব বৈশিষ্ট্য সহ উপকরণ এবং ডিভাইসের জন্ম দেয়, যেমন আধুনিক কম্পিউটার - আর অন্যদিকে AI ন্যানোপ্রযুক্তি (অর্থাৎ কম্পিউটার) প্রসুত তথ্যসমূহ, প্যাটার্ন রেকগনিশন, লার্জ ল্যাঙ্গগুয়েজ মডেল (LLM), ইত্যাদী সহ, জ্ঞানের সীমানাকে এবং ব্যবহারের পরিধিকে প্রশস্ত করার প্রতিশ্রুতি দেয়। আপাতদৃষ্টিতে ক্ষেত্রদুটি স্বতন্ত্র মনে হলেও AI প্রকৃতপক্ষে ন্যানোটেকনলজির উপর সম্পূর্ণ নিরভরশীল এবং উদ্ভাবনের একটি সিম্বায়োটিক সম্পর্কে আবদ্ধ। এই প্রবন্ধটিতে AIতে ন্যানোটেকনোলজির ভূমিকা এবং AI এর অগ্রগতির জন্য কিভাবে ন্যানোপ্রযুক্তি একটি ধারক ও অনুঘটক হিসাবে কাজ করে, তার সংক্ষিপ্ত আলোচনা উপস্থিত করা হচ্ছে। একই সঙ্গে AIএর জটিল উপায়গুলির সন্ধান করতে ন্যানোপ্রযুক্তি কিভাবে সাহায্য করতে পারে, এবং AI ব্যবহার করে কিভাবে ভবিষ্যতের জন্য ন্যানোপ্রযুক্তির পথ প্রশস্ত করা যেতে পারে সেটাও বিবেচনা করা হচ্ছে। ডিজিটাল বুদ্ধিমত্তা এবং ন্যানোপদার্থ এর মধ্যে সম্পর্কগুলিকে স্পষ্ট করে তোলার বিষয়েও কিছু আলোকপাত করার চেষ্টা করা হল।

AI-তে ন্যানোটেকনোলজির রূপান্তরমূলক প্রভাব

AI-তে ন্যানোটেকনোলজির সবচেয়ে রূপান্তরমূলক প্রভাবগুলির মধ্যে প্রধান বিষয়টি গণনার ক্ষেত্রে নিহিত। ন্যানোঅয়্যার এবং কার্বন ন্যানোটিউব থেকে তৈরি ক্ষুদ্রাকৃতির সার্কিট কল্পনা করুন, প্রসেসিং শক্তির গর্ব করে যা সমসাময়িক সুপারকম্পিউটারগুলির বিশালতার সীমা ছাড়িয়ে যায়। এটি ন্যানোকম্পিউটিং-এর প্রতিশ্রুতি, যা ন্যানোসেকেন্ডে বিশাল ডেটাসেট প্রসেস করতে সক্ষম, মেশিন লার্নিং-এ বিপ্লব ঘটাতে এবং জটিল ঘটনার রিয়েল-টাইম বিশ্লেষণ করতে সক্ষম করে। এই ধরনের কম্পিউটেশন শক্তির সাহায্যে, AI অ্যালগরিদমগুলি আরও সূক্ষ্ম এবং চ্যালেঞ্জিং কাজগুলিকে মোকাবেলা করতে পারে, অকল্পনীয় নির্ভুলতার সাথে আবহাওয়ার পূর্বাভাস থেকে শুরু করে রিয়েল-টাইমে স্টক মার্কেট অনুসরণ করা এবং ব্যক্তিগতকৃত স্বাস্থ্যসেবা পর্যবেক্ষণ পর্যন্ত করতে পারে। ব্যক্তিগতকৃত রোগ নির্ণয়, প্রেসক্রিপশন, এবং স্বাস্থ্যসেবার ব্যাপারটি পরে আরো কিছুটা আলোচনা করা হবে।

শুধুমাত্র কম্পিউটিং এর গতি ছাড়াও ন্যানোপ্রযুক্তি অভিনব নিউরোমর্ফিক কম্পিউটিং আর্কিটেকচার তৈরির জন্য অনন্য

উপকরণ সরবরাহ করে। মানব মস্তিষ্ক দ্বারা অনুপ্রাণিত, এই নিউরাল নেটওয়ার্কগুলি বিশেষ হার্ডওয়্যারের উপর নির্ভর করে যা জৈবিক নিউরনের ক্রিয়া এবং আন্তঃসংযুক্ততার অনুকরণ করে। টিউনেবল বৈদ্যুতিক এবং চৌম্বকীয় বৈশিষ্ট্য সহ ন্যানোম্যাটেরিয়াল ব্যবহার করে, গবেষকরা কাস্টমাইজড কার্যকারিতা সহ নিউরাল নেটওয়ার্কগুলি তৈরি করতে পারেন, যার ফলে AI সিস্টেমগুলি আরও বেশি দক্ষতা, অভিযোজনযোগ্যতা এবং এমনকি সৃজনশীলতা প্রদর্শন করে। কিন্তু এই সিনার্জি বা সমন্বয় শুধু হার্ডওয়্যারেই সীমাবদ্ধ নয়। ন্যানোটেকনোলজি অভূতপূর্ব সংবেদনশীল ক্ষমতা প্রদানের মাধ্যমে AI কে শক্তিশালী করে। কল্পনা করুন এমন কাপড়ে বোনা মাইক্রোসেন্সর যা রিয়েল-টাইমে স্বাস্থ্য পর্যবেক্ষণ করে, বা রাসায়নিক সেন্সর দিয়ে সজ্জিত ন্যানোস্কেল রোবট যা মানবদেহের অভ্যন্তরে নেভিগেট করে, রোগ ম্যাপিং করে এবং লক্ষ্যযুক্ত থেরাপি সরবরাহ করে। ন্যানোপ্রযুক্তি প্রসুত এই ক্ষুদ্রাকৃতির চোখ এবং কানের মাধ্যমে AI ভৌত জগতের একটি গভীর উপলব্ধি অর্জন করতে পারে, এর অ্যালগরিদমকে উচ্চ-রেজোলিউশন ডেটার সমৃদ্ধি দেয় যা স্মার্ট সিদ্ধান্ত গ্রহণ এবং আরও সমৃদ্ধ মানব-মেশিন মিথস্ক্রিয়াকে সম্ভব করে [১-৪]।

এতদ্ব্যতীত, ন্যানোপ্রযুক্তি আণবিক জীববিজ্ঞানের জটিল জগতে নেভিগেট করতে AI-কে সাহায্য করে। আণবিক স্তরে পদার্থকে ম্যানিপুলেট করার জন্য সরঞ্জাম সরবরাহ করে। গবেষকরা এর সাহায্যে ন্যানোস্কেল প্রোব এবং অ্যাকচুয়েটর তৈরি করতে পারেন যা প্রোটিন এবং ডিএনএর সাথে যোগাযোগ করে। এটি ব্যক্তিগতকৃত ওষুধের বিকাশের দরজা খুলে দেয়, যেখানে AI মডেলগুলি পৃথক জেনেটিক প্রোফাইল বিশ্লেষণ করে এবং রোগীর অনন্য জীববিজ্ঞানের উপর ভিত্তি করে কাস্টমাইজড চিকিত্সা ডিজাইন করে। সম্ভাবনাগুলি বিস্ময়কর - জেনেটিক ডিসঅর্ডার সংশোধনের জন্য তৈরি করা ক্যান্সারের থেরাপি থেকে জিন সম্পাদনা পর্যন্ত, সবই ন্যানোটেকনোলজি সরঞ্জাম দ্বারা ক্ষমতাপ্রাপ্ত AI দ্বারা পরিচালিত হতে পারে।

যাইহোক, যেকোনো শক্তিশালী প্রযুক্তির মতোই AI এর ক্ষেত্রেও নৈতিক বিবেচনার দিকে নজর দিতে হবে। ন্যানোপ্রযুক্তি দ্বারা সক্ষম ক্ষুদ্রকরণ এবং শক্তিশালী AI গোপনীয়তা, নিরাপত্তা, এবং অনাকাঙ্ক্ষিত পরিণতির সম্ভাবনা সম্পর্কে উদ্বেগ বাড়ায়। উদাহরণস্বরূপ, ন্যানোসেন্সর দ্বারা উত্পন্ন বিশাল ডেটাসেটগুলি (অর্থাৎ LLMগুলি) গণ নজরদারি বা বৈষম্যমূলক অনুশীলনের জন্য অপব্যবহার করা যেতে পারে। এটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ যে নৈতিক কাঠামোগুলি এই প্রযুক্তিগুলির পাশাপাশি বিকশিত হতে হবে, তাদের দায়িত্বশীল বিকাশ এবং সকলের সুবিধার জন্য প্রয়োগ নিশ্চিত করতে হবে।

AI আরও উপযোগী হওয়ার জন্য অনেক চ্যালেঞ্জের সম্মুখীন হচ্ছে। বড় চ্যালেঞ্জগুলির মধ্যে যেগুলি রয়েছে তার কিছু এখানে উল্লেখ করা হল। দক্ষতার ব্যবধান কার্যকরভাবে পূরণ করা: AI এর জটিলতা বোঝা এবং প্রাসঙ্গিক প্রশিক্ষণে বিনিয়োগ করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, যা প্রকারান্তরে AI বাস্তবায়নকে ত্বরান্বিত করতে এবং ব্যবসায়িক উদ্ভাবন চালাতে সাহায্য করতে পারে। কর্মীদের চাকরি স্থানচ্যুতির ভয়কে দূর করা: এটি মোকাবেলা করার জন্য সবাইকে বুঝতে হবে যে AI মানুষের ক্ষমতা বৃদ্ধি করে এবং সহায়তা প্রদান করে আরও নতুন চাকরি তৈরি করতে পারবে। যথাযথ চিন্তাবিদদের প্রয়োজন: AI যদিও অনেক প্রক্রিয়াকে স্ট্রিমলাইন করতে সাহায্য করতে পারে, তবে এটি চিন্তাবিদদের প্রয়োজনীয়তা প্রতিস্থাপন করে না। তাই আমাদের দরকার আরও ক্রিটিক্যাল চিন্তাবিদ যাঁরা AI এর সাহায্যে এমন নতুন প্রয়োগ উদ্ভাবনের ধারণা নিয়ে আসবেন যাতে AI আরও বেশি সমস্যার সমাধান নিয়ে আসতে পারে। অর্থাৎ AI কে দিয়ে কোন কাজগুলি সবচেয়ে ভালভাবে করানো যেতে পারে তা আগে থেকেই জানা প্রয়োজন। এটা সনাক্ত করতে হবে যে কোন কাজগুলি মানুষের কাছে ছেড়ে দেওয়া সবচেয়ে ভাল হবে এবং কোন কাজগুলি AI দ্বারা স্বয়ংক্রিয় হতে পারে। থার্ড-পার্টি ইন্টিগ্রেশনের উপর অতিরিক্ত নির্ভর করা: তৃতীয় পক্ষের ইন্টিগ্রেশনের উপর অত্যধিক নির্ভরতা নিরাপত্তা এবং গোপনীয়তার উদ্বেগের দিকে নিয়ে যেতে পারে। AI আরও উপযোগী হয়ে ওঠার জন্য এগুলি ছাড়াও আরো চ্যালেঞ্জের মুখোমুখি হতে পারে।

ন্যানোপ্রযুক্তি কীভাবে AI কে নতুন উচ্চতায় পৌঁছাতে সহায়তা করে?

একটি উজ্জ্বল ভবিষ্যতের বিল্ডিং ব্লক হিসাবে ন্যানোটেকনোলজি AI এর জন্য ন্যানোস্কেলে, ন্যানোপদার্থ নিয়ে কাজ করে। একটি মূল ক্ষেত্র হল নতুন মেমরি ডিভাইসের বিকাশ। প্রথাগত সিলিকন-ভিত্তিক মেমরি চিপগুলি ক্ষুদ্রকরণ এবং গতির বা ফ্রিকুয়েন্সির পরিপ্রেক্ষিতে তাদের সীমার কাছে পৌঁছেছে। কার্বন ন্যানোটিউব এবং গ্রাফিনের মতো ন্যানোমেটেরিয়াল উল্লেখযোগ্যভাবে উচ্চ ঘনত্ব এবং দ্রুত পঠন/লেখার গতি সম্পন্ন মেমরি চিপ তৈরি করতে ব্যবহার করা

যেতে পারে, যা AI সিস্টেমগুলিকে আরও দক্ষতার সাথে তথ্য প্রক্রিয়াজাত করার ক্ষমতা দেয়। নিউরোমর্ফিক কম্পিউটিং এর জন্যে আরেকটি উত্তেজনাপূর্ণ অ্যাপ্লিকেশন হল কৃত্রিম সিন্যাপস এবং নিউরন তৈরি করতে ন্যানোম্যাটেরিয়াল ব্যবহার করে মানব মস্তিষ্কের গঠন এবং কার্যকারিতার অনুকরণের বাস্তবায়ন করা। এটি সত্যই মানুষের মতো বুদ্ধিমত্তা এবং শেখার ক্ষমতা সহ AI সিস্টেমগুলির বিকাশের দরজা খুলে দেওয়া সম্ভব করবে। গর্ডন মুরের আইনের বাইরে: সূচকীয় বৃদ্ধির জন্য ন্যানোকম্পিউটিং বর্তমান সিলিকন-ভিত্তিক ট্রানজিস্টর, যা আমাদের কম্পিউটারকে পরিগণনার শক্তি দেয়, সেগুলি প্রায় তাদের সর্বোচ্চ সীমাতে পৌঁছেছে। মুরের আইন, যা প্রতি দুই বছরে ট্রানজিস্টরের ঘনত্ব দ্বিগুণ হওয়ার পূর্বাভাস দিয়েছিল, তা ধীর হয়ে যাচ্ছে। এখানেই ন্যানোকম্পিউটিং গুরুত্বপূর্ণ। কোয়ান্টাম ডটস এবং আণবিক ইলেকট্রনিক্সের মতো ন্যানোম্যাটেরিয়াল ব্যবহার করে গবেষকরা ট্রানজিস্টর তৈরি করার উপায় অন্বেষণ করছেন যা তাদের সিলিকন সমকক্ষের তুলনায় অনেক ছোট এবং আরও দক্ষ। এটি দ্রুতগতিতে উচ্চতর প্রক্রিয়াকরণ শক্তি সহ কম্পিউটার বিকাশের দিকে নিয়ে যেতে পারে যাতে করে AI সিস্টেমগুলি আরও জটিল কাজ মোকাবেলা করতে এবং বর্তমানে আমাদের নাগালের বাইরে সমস্যাগুলি সমাধান করতে সক্ষম হবে। তবে সিলিকন প্রযুক্তি এখনও অনেক উদ্ভাবনের জন্ম দিতে পারে, যেমন Cerebras নামক একটি কোম্পানি একটি বৃহত্তর সিপিইউ (CPU) তৈরি করেছে যা এখন সর্ববৃহত সিপিইউ এর দাবিদার কারণ এতে ২.৬ ট্রিলিয়ন ট্রাঞ্জিস্টর রয়েছে যা কিনা ইতিহাসের যে কোন CPU থেকে বেশি, এবং এটি ম্যুরের আইনের ধারাকে ছাড়িয়ে যায়।

AI-চালিত ন্যানোরোবটঃ AI-এর ভবিষ্যৎ শুধু ডিজিটাল জগতেই নিহিত নয়; এটি বাস্তব জগতের সাথে মিথস্ক্রিয়া সম্পৃক্ত। এখানেই ন্যানোরোবটের গুরুত্ব বোঝা যায়। ন্যানোম্যাটেরিয়াল থেকে তৈরি এই ক্ষুদ্র রোবটগুলিকে ন্যানোস্কেলে নির্দিষ্ট কাজ সম্পাদনের জন্য প্রোগ্রাম করা যেতে পারে। AI অ্যালগরিদম দিয়ে সজ্জিত ন্যানোরোবট কল্পনা করুন যা মানুষের শরীরের রক্তস্রোতে নেভিগেট করতে এবং সরাসরি অসুস্থ কোষগুলিতে লক্ষ্যযুক্ত ওষুধ সরবরাহ করতে সক্ষম হবে। চিকিৎসা বিজ্ঞানে এটি অবশ্যই একটি বিপ্লবের সম্ভাবনা রাখে। অথবা ন্যানোরোবটের ঝাঁক বিবেচনা করুন, যা দূষণ পরিষ্কার করতে বা পারমাণবিক স্তরে জটিল কাঠামো তৈরি করতে একসাথে কাজ করতে সক্ষম। এগুলি হল AI এর শক্তি দ্বারা পরিচালিত ন্যানোরোবট যেভাবে আমাদের বিশ্বে বিপ্লব ঘটাতে পারে তার কয়েকটি উদাহরণ যা কিনা ন্যানোপ্রযুক্তি ব্যতিত বাস্তবায়ন সম্ভব নয়। কাজেই, ন্যানোটেকনোলজি AI এর মত উদীয়মান প্রযুক্তি কাজে লাগিয়ে অনেক ক্ষেত্রে বাস্তব-বিশ্বের অ্যাপ্লিকেশন খুঁজে পাচ্ছে। নিম্নের উদাহরণগুলি উল্লেখযোগ্য।

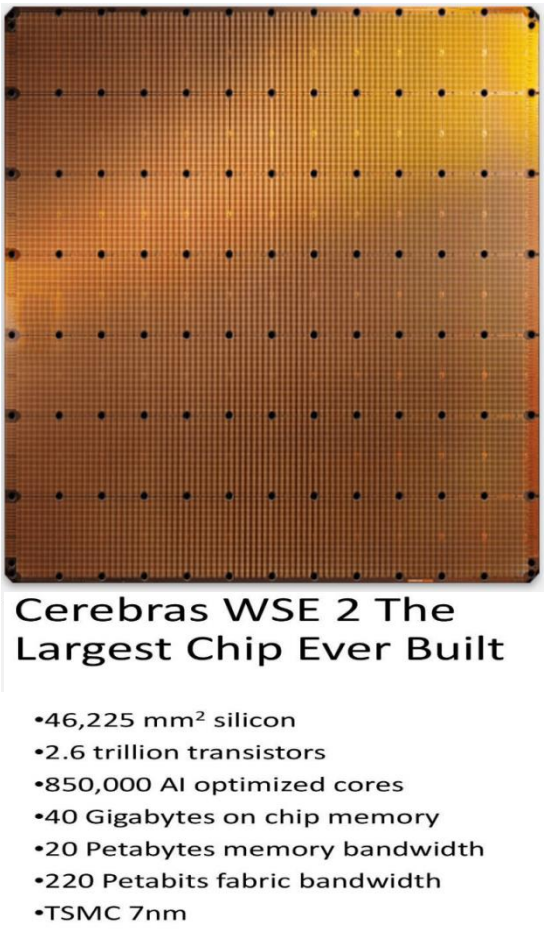

Fig. 1. The biggst CPU ever built by Cerebras. সূত্রঃ An AI Chip With Unprecedented Performance To Do the Unimaginable - Cerebras

টেরাহার্টজ অনুবীক্ষণ যন্ত্র

টেরাহার্টজ ইমেজিং বা মাইক্রোস্কোপি (T-ray imaging): এটি হল ন্যানোস্কেলে বস্তুর ইমেজ গঠন করার এবং বিশ্লেষণ করার একটি নতুন কৌশল [৫]। মাইক্রোচিপ তৈরি করার প্রকৃয়ায় এটি গুণমানের নিশ্চয়তার জন্য দরকারী। এক্ষেত্রে AI ব্যবহার করে সিগন্যাল থেকে নয়েজ ফিল্টার করে LLMএর নির্ভুলতা উন্নত করতে সাহায্য করতে পারে। উপকরণ বিজ্ঞান: ন্যানোপ্রযুক্তি আমাদেরকে ন্যানোস্কেলে উপকরণগুলি পরিচালনা করতে সক্ষম করেছে, এবং AI নতুন উপকরণ ডিজাইন এবং অপ্টিমাইজ করতে ব্যবহৃত হতে পারে। এই প্রযুক্তিগুলি বিজ্ঞানের অনেক ক্ষেত্রকে অব্যাহত রাখতে, এবং আমরা প্রতিদিন যে সব পণ্য এবং ডিভাইসগুলি ব্যবহার করি সেগুলিকে রূপান্তরিত করতে, একসাথে কাজে লাগানো হচ্ছে। ওষুধের আবিষ্কার এবং ডেলিভারি: ন্যানোটেকনোলজি নতুন ড্রাগ ডেলিভারি সিস্টেম তৈরি করতে ব্যবহার করা হচ্ছে যা শরীরের নির্দিষ্ট কোষকে লক্ষ্য করতে পারে। AI সবচেয়ে প্রতিশ্রুতিশীল ড্রাগ প্রার্থীদের সনাক্ত করতে এবং তাদের কার্যকারিতার ভবিষ্যদ্বাণী করতে সাহায্য করতে পারে। এ ব্যাপারে AI এবং LLMএর ব্যবহার করে ব্যক্তিগতকৃত চিকিৎসার আলোচনা পরে দেওয়া হয়েছে।

উপরের উদাহরণ থেকে বোঝা যায় যে ন্যানোটেকনোলজি প্রচুর সম্ভাবনা প্রদান করে যা বিভিন্ন উপায়ে AI এর অগ্রগতিকে উল্লেখযোগ্যভাবে প্রসারিত এবং ত্বরান্বিত করতে পারে, এবং এর অনুপস্থিতি সেই সুবিধাগুলি থেকে বঞ্চিত করতে পারে। এখানে কয়েকটি প্রধান কারণ দেওয়া হল। ১. হার্ডওয়্যার সীমাবদ্ধতা: বর্তমান কম্পিউটিং হার্ডওয়্যার, প্রাথমিকভাবে সিলিকন ট্রানজিস্টরের উপর ভিত্তি করে তৈরি, যা ক্ষুদ্রকরণ এবং গতির পরিপ্রেক্ষিতে তার সীমাতে পৌঁছেছে। এটি AI সিস্টেমের প্রক্রিয়াকরণ শক্তি এবং শক্তি দক্ষতায় একটি বড় বাধা। ন্যানোটেকনোলজি কার্বন ন্যানোটিউব বা গ্রাফিনের মতো উপকরণের উপর ভিত্তি করে নতুন ধরনের ট্রানজিস্টর এবং মেমরি চিপ তৈরি করার

সম্ভাবনা নিয়ে আসে, যা উল্লেখযোগ্যভাবে দ্রুত এবং আরও দক্ষ AI হার্ডওয়্যার সক্ষম করতে পারে। এই অগ্রগতিগুলি ছাড়া, ভবিষ্যতের AI সিস্টেমগুলি বর্তমান হার্ডওয়্যারের সীমাবদ্ধতার কারণে সীমিত হতে পারে, এবং তাদের বিকাশকে বাধাগ্রস্ত করতে পারে। ২. উপাদান ম্যানিপুলেশন এবং সেন্সিং: AI এর অনেক প্রতিশ্রুতিশীল অ্যাপ্লিকেশনের মধ্যে রয়েছে ভৌত জগতের সাথে যোগাযোগ করা, যেমন রোবোটিক্স, স্বয়ংচালিত যানবাহন, ওষুধ এবং পরিবেশগত পর্যবেক্ষণ। বর্তমান প্রযুক্তিগুলি প্রায়শই মাইক্রো এবং ন্যানোস্কেলে সুনির্দিষ্ট ম্যানিপুলেশন এবং সেন্সিংয়ের প্রয়োজন পরাপুরি মেটাতে পারে না। ন্যানোটেকনোলজি ক্ষুদ্র রোবট এবং সেন্সর তৈরির জন্য সরঞ্জাম সরবরাহ করে যা এই স্তরে কাজ করতে পারে, এবং AI সিস্টেমগুলিকে আরও পরিশীলিত উপায়ে ভৌত জগতের সাথে যোগাযোগ করতে সক্ষম করে। এই সরঞ্জামগুলি ছাড়া অনেক বাস্তব-বিশ্বের অ্যাপ্লিকেশনে AI এর সম্ভাবনা সীমিত হতে পারে। ৩. নতুন মস্তিষ্ক-অনুপ্রাণিত আর্কিটেকচার: মানুষের মস্তিষ্ক একটি অবিশ্বাস্যভাবে শক্তিশালী শেখার এবং কম্পিউটিং মেশিন। বর্তমানের এমনকি সবচেয়ে উন্নত AI সিস্টেমের ক্ষমতাও মানব মস্তিষ্কের ধারে কাছে আসে না। তবে গবেষকরা ন্যানোম্যাটেরিয়াল ব্যবহার করে কৃত্রিম সিন্যাপ্স এবং নিউরন তৈরি করতে সক্ষম হচ্ছেন যা মস্তিষ্কের গঠন এবং কার্যকারিতা অনুকরণ করে এমন নিউরোমরফিক কম্পিউটিং সিস্টেম তৈরির সম্ভাবনা অন্বেষণ করতে দেয়। এই ধরনের সিস্টেমগুলি সম্ভাব্যভাবে AI অ্যালগরিদম এবং শেখার সম্পূর্ণ নতুন পন্থা উদ্‌ঘাটন করতে পারে, যা কিনা ঐতিহ্যগত আর্কিটেকচার থেকে যা সম্ভব তার বাইরে উল্লেখযোগ্যভাবে ক্ষেত্রটিকে অগ্রসর করতে পারে। ৪. নৈতিক এবং নিরাপত্তা বিবেচনা: অগ্রগতির গতির সাথে সরাসরি সম্পর্কিত না হলেও, ন্যানোপ্রযুক্তি উন্নত AI এর সাথে সম্পর্কিত সম্ভাব্য ঝুঁকিগুলি কমাতে একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করতে পারে। উদাহরণস্বরূপ, AI-সজ্জিত ন্যানোবটগুলি মাইক্রোস্কোপিক স্তরে অপারেশন করতে, এবং সম্ভাব্য ক্ষতিকারক পার্শপ্রতিক্রিয়া নিরীক্ষণ করে তার প্রতিবিধান ও আরোগ্য করতে ব্যবহার করা যেতে পারে। এই ধরনের সরঞ্জামগুলি ছাড়া, উন্নত AI এর নিরাপত্তা এবং নৈতিক বিকাশ নিশ্চিত করা আরও বেশি চ্যালেঞ্জিং হয়ে উঠতে পারে।

অতএব, AI এর অগ্রগতি নিঃসন্দেহে ন্যানোপ্রযুক্তির উপর নির্ভরশিল এবং এর দ্বারা অব্যাহত থাকবে। AI যদি একটি শক্তিশালী ইঞ্জিন হয়, তাহলে সেই ইঞ্জিনের সম্ভাবনার পূর্ণ ব্যবহার করার জন্য একটি গাড়ী এবং চলার রাস্তা অত্যাবশ্যক। ন্যানোটেকনোলজি সেই গাড়ী এবং প্রশস্ত হাইওয়ে প্রদান করে যেখানে AI সত্যিকার অর্থে তার পূর্ণ সম্ভাবনায় পৌঁছাতে পারে এবং আমাদের বিশ্বকে আরও উন্নত করতে পারে।

ব্যক্তিগতকৃত রোগ নির্ণয়, প্রেসক্রিপশন, এবং স্বাস্থ্যসেবা শিল্পে AI এর ন্যানোটেকনোলজি নির্ভর ভূমিকা

যদিও এই বিষয়টি এখনও সক্রিয় গবেষণার ক্ষেত্র তবুও এখানে সামান্য কিছু পটভূমি দেওয়া হল, কারণ এই ক্ষেত্রে AI এর প্রচুর অবদান রাখার সম্ভাবনা রয়েছে যদি যথাযথ হার্ডওয়্যার এবং এ্যালগরিদম তৈরি করা সম্ভব হয়, যা কিনা প্রায় সম্পূর্ণভাবেই ন্যানোপ্রযুক্তির উপর নির্ভরশীল। পটভূমিঃ মানুষের ডি.এন.এ (DNA, deoxyribonucleic acid) হল একটি বিশাল লম্বা মলিক্যুল যার বিভিন্ন অংশকে বিভিন্ন জিন (gene) বলা হয়। এই জিনগুলির এক একটির বিশেষ কার্যকারিতা থাকে, যেমন মানুষের উচ্চতা, চুলের রং, চোখের রং, এবং আরও অনেক কিছু। জিনগুলি, (এবং সম্পূর্ণ DNA) গঠিত হয় মাত্র ৪টি 'নিউক্লিওটাইড' বা বেস, (base, বা লেটার) এর বিভিন্ন রকম সংমিশ্রণ এবং বিন্যাসে। এই নিউক্লিওটাইডগুলি হল অ্যাডেনিন (adenine, A), থাইমিন (thymine, T), গুয়ানিন (guanine, G), এবং সাইটোসিন (cytosine, C)। DNA এর মধ্যে এই বেস গুলি জোড়া বেঁধে থাকে, সেজন্যে এদেরকে বলা হয় বেস-পেয়ার। আর অসংখ্য বেসপেয়ার গুলি হিলিক্স বা স্ক্রু আকৃতির লম্বা চেইন এর মত হয়ে পুরা DNAটি তৈরি করে। বেসপেয়ারের দুটি সারি DNAটিকে ডাবল-হিলিক্সের রূপ দেয়। সমগ্র মানব জিনোমে ২৩টি ক্রোমোজোম জুড়ে প্রায় 3 বিলিয়ন বেসপেয়ার রয়েছে। এই বেসপেয়ার গুলি নির্দিষ্ট উপায়ে হাইড্রজেন বন্ডিং দ্বারা যুক্ত হয়। যেমন, একটি A সর্বদা T-এর সাথে জোড়া হয় এবং C সর্বদা Gএর সাথে জোড়া হয়। উদাহরণস্বরূপ, একটি অনকোজিন হল ডিএনএ এর একটি অংশ যা তার আসল রূপ থেকে মিউটেশনের মধ্য দিয়ে গেছে, যা প্রোটো-অনকোজিন নামে পরিচিত। মানব জিনোমে ৭০ টিরও বেশি অনকোজিন সনাক্ত করা হয়েছে, প্রত্যেকটি বিভিন্ন ধরণের ক্যান্সারে ভূমিকা পালন করে। উদাহরণস্বরূপ, c-ERBB2 (HER2) অনকোজিন স্তন ক্যান্সারের সাথে যুক্ত হয়েছে, c-MYC অনকোজিন ফুসফুসের ক্যান্সারের সাথে যুক্ত, ইত্যাদি। উপরন্তু, RAS জিন পরিবার থেকে উদ্ভূত অনকোজিনগুলি ফুসফুস, কোলন, এবং অগ্ন্যাশয় ক্যান্সার সহ সমস্ত মানব ক্যান্সারের প্রায় ২০% এর মধ্যে পাওয়া যায়।

বেসপেয়ারকে একক হিসাবে ব্যবহার করে DNA'র দৈর্ঘ্য গণনা করা হয়। মানুষের মধ্যে যে জিনগুলি রয়েছে তাদের দৈর্ঘ্য প্রায় ১০০০ বেসপেয়ার থেকে ১ মিলিয়ন বেসপেয়ার পর্যন্ত হতে পারে। তবে একটি জিনের আকার ব্যাপকভাবে পরিবর্তিতও হতে পারে। তাই যদি আমরা একটি জিন নিয়ে আলোচনা করি এবং আমরা তা কতটা বড় তা বর্ণনা করতে চাই, আমরা বলতে পারি যে জিনটি এক হাজার বেসপেয়ার লম্বা। যদি এটি সত্যিই একটি বড় জিন হয় তবে এটি 10,000 বেসপেয়ার বা ১০ কিলোবেস লম্বা হতে পারে। এই পটভূমি থেকে ব্যক্তিগতকৃত রোগ নির্ণয়, প্রেসক্রিপশন, এবং স্বাস্থ্যসেবার ব্যাপারটা ব্যাখ্যা করা যেতে পারে, এবং AI এর ভূমিকাও তারপরে ব্যাখ্যা করা সম্ভব।

আগেই বলা হয়েছে মানব জিনোমের জিনগুলির বিভিন্ন কার্যকলাপ রয়েছে আমাদের শরীরে। একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা হল আমাদের শরীর কীভাবে ওষুধের প্রতি সাড়া দেয় তা নির্ধারণ করা। আসুন জেনে নেওয়া যাক কীভাবে তারা ওষুধের কার্যকারিতাকে প্রভাবিত করে, যা কিনা ব্যক্তিগতকৃত রোগ নির্ণয়, এবং প্রেসক্রিপশনের জন্যে গুরুত্বপূর্ণ। জিনের একটি ফেনোমেনন (বা ঘটনা) হল সিঙ্গল-নিউক্লিওটাইড পলিমরফিজম (single-nucleotide polymorphism, বা "SNP")। এর মানে হল কোন জিনের একটি নির্দিষ্ট অবস্থানে একটি একক বেসের প্রতিস্থাপন হলে তাকে SNP বলা হয়। উদাহরণস্বরূপ, FCGR3A জিনের 21-mer দুটি সিকোয়েন্স A ও B ধরা যাকঃ

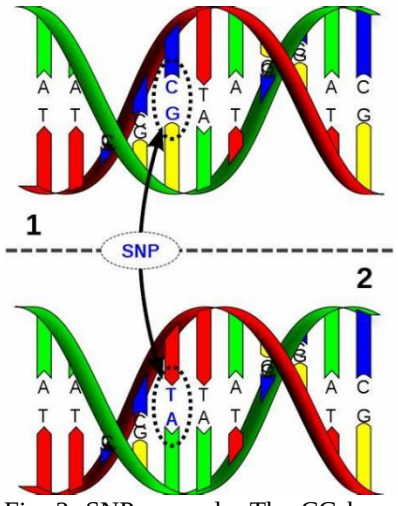

Fig. 2. SNP example. The CG base pair of sequence **1** is replaced by TA base pair for sequence **2**.

A) 559T: Forward GGGGGCTT*T*TACAGCGGCTCC

B) 559G Forward GGGGGCTT*G*TACAGCGGCTCC

লক্ষ্যণীয় যে, সিকোয়েন্স A তে যেখানে T বেস রয়েছে, সিকোয়েন্স B তে সেখানে T এর বদলে G বেস রয়েছে। অর্থাৎ সাধারনত যদিও এই FCGR3A জিনে ওই বিশেষ স্থানে T বেস থাকার কথা, কিন্তু কিছু কিছু মানুষের জিনে ওই একই জায়গায় G বেস থাকে। এই একটি বেস আলাদা হওয়াকেই বলা হয় সিঙ্গল-নিউক্লিওটাইড পলিমরফিজম বা SNP। এই SNP বৈচিত্র একটি জনসংখ্যার ১% বা তার বেশি লোকের মধ্যে থাকতে পারে। আর এর মধ্যেই ব্যক্তিগতকৃত রোগ নির্ণয়, প্রেসক্রিপশন, এবং স্বাস্থ্যসেবার ব্যাপারটা নিহিত। কারণ এই SNP'র উপরেই কোন ওষুধের কার্যকারিতা এবং বিভিন্ন রোগের সংবেদনশীলতার পার্থক্য নির্ভর করে। উদাহরণস্বরূপ, CFH জিনের একটি সাধারণ SNP বয়স-সম্পর্কিত ম্যাকুলার অবক্ষয়ের বর্ধিত ঝুঁকির সাথে যুক্ত।

SNPগুলি প্রায়শই মানুষের জিনোমে ঘটে থাকে, যার গড় ফ্রিকোয়েন্সি প্রায় প্রতি ৩০০ থেকে ১০০০ নিউক্লিওটাইড বা বেসের মধ্যে একটি। এর মানে হল একজন ব্যক্তির জিনোমে মোটামুটি ৪ থেকে ১০ মিলিয়ন SNP আছে। বিশ্বের জনসংখ্যার মানব জিনোম জুড়ে ৬০০ মিলিয়নেরও বেশি SNP সনাক্ত করা হয়েছে, এবং আরও অনেক সনাক্ত করা বাকি আছে। সংক্ষেপে, জেনেটিক বৈচিত্র্য, রোগের ঝুঁকি, ওষুধের প্রতিক্রিয়া, এবং ব্যক্তিগতকৃত ওষুধ বোঝার ক্ষেত্রে SNPগুলি একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

আরও সহজ কথায়, ধরা যাক একটি ওষুধ কোন একটি রোগের জন্য অনেক রোগীর উপর খুব কার্যকর, যা তাদের কোন

বিশেষ জিনের সাথে খুব খাপ খায়। কিন্তু ওই একই ওষুধ ওই একই রোগের জন্য অন্য কারো উপর কার্যকর নাও হতে পারে যদি তার ওই বিশেষ জিনে একটি পলিমর্ফিজম বা SNP থেকে থাকে। একই ভাবে, কেউ বেশি চা বা কফি পান করলে রাতে ঘুমাতে অসুবিধা হয় আবার কারও কোন আসুবিধা হয়না। কিম্বা ধূমপানের জন্যে এবং নিকোটিনের প্রভাবে অনেকেরই ফুসফুসের ক্যান্সার হতে পারে, আবার অনেকেরই হয়না। এ সব পার্থক্যই ওই বিশেষ কোন জিনের SNP'র কারণে হয়ে থাকে। বিজ্ঞানিরা এই SNP জনিত পার্থক্য কাজে লাগিয়ে ব্যক্তিগতকৃত রোগ নির্ণয় এবং ওষুধ তৈরি করার প্রচেষ্টা চালিয়ে যাচ্ছেন।

তাহলে AI কিভাবে সাহায্য করতে পারে? এই SNP'র জ্ঞান কাজে লাগিয়ে একটি LLM তৈরি করা সম্ভব যা একজন ডাক্তারকে নির্দিষ্ট ব্যক্তির জন্য সুনির্দিষ্ট রোগ নির্ণয় এবং ওষুধের প্রেসক্রিপশন দিতে সাহায্য করবে। আর এটা করতে পারলে তা চিকিৎসার ক্ষেত্রে একটা বিশাল বিপ্লবের থেকে কম কিছু হবে না। কিন্তু দুটি প্রধান বাধা রয়েছে যা এখনও অতিক্রম করা সম্ভব হয়ে ওঠে নাই। কাজেই এই বিষয়টি একটি গুরুত্বপূর্ণ গবেষণার বিষয় হতে পারে। প্রথম বাধাটি হল কোন রোগীর তাৎক্ষণিকভাবে বিশেষ জিনের বিশেষ SNP নির্ণয় করা। আগেই উল্লেখ করেছি এখন পর্যন্ত মানব জিনোমে ৬০০ মিলিয়নেরও বেশি SNP জ্ঞাত হয়েছে, আর এই SNP গুলি সবার জন্যে একই নয়, বরং বেশ আলাদা আলাদা। কাজেই SNP বিশেষে রোগ নির্ণয় এবং ওষুধ নির্ণয় করার জন্যে একটি LLM তৈরি করা যেতে পারে। কিন্তু এরূপ একটি LLM তৈরি করতে কয়েক ট্রিলিয়ন প্যারামিটার দরকার হবে। এর মধ্যে কোন মানুষের কোন SNP'র জন্যে কোন ওষুধ তা নির্ণয় করাও জড়িত। বর্তমানে গুগলের সবচেয়ে বড় LLM (BloombergGPT) এর ৫০ বিলিয়ন প্যারামিটার রয়েছে এবং ৭০০ বিলিয়ন টোকেন রয়েছে। একটি LLM'এর একটি টোকেন হল টেক্সটের একটি ইউনিট যা একটি শব্দ, বাক্যাংশ বা টেক্সটের অন্যান্য অংশকে উপস্থাপন করতে ব্যবহৃত হয়। উদাহরণস্বরূপ, "আমি তোমাকে ভালোবাসি।" বাক্যটিতে ৫টি টোকেন থাকবে: "আমি", "ভালোবাসি", "তুমি", "।", এবং " "। অর্থাৎ, টোকেনগুলিকে একক শব্দ, অক্ষর বা সাবওয়ার্ড ইউনিট হিসাবে ভাবা যেতে পারে। সাধারন হার্ডঅয়্যার বিশিষ্ট কম্প্যুটারে কোন বিশেষ প্রম্পট এর জন্যে এই LLM কম্প্যুটেশন করতে কয়েক দিন লেগে যেতে পারে। তাহলে বোঝাই যাচ্ছে SNP কাজে লাগিয়ে রোগ নির্ণয় এবং যথাযথ ওষুধের জন্যে একটি কার্যকরি LLM তৈরি করতে আরও অনেক বেশি প্যারামিটার এবং টোকেন দরকার হবে। একটি রাফ এস্টিমেট থেকে জানা যায় আনুমানিক কয়েকশ' বিলিয়ন প্যারামিটার এবং করেক ট্রিলিয়ন টোকেন সমৃদ্ধ একটি LLM তৈরি এবং যথাযথ ট্রেনিং করালে হয়তবা ব্যক্তিগতকৃত রোগ নির্ণয় এবং ওষুধের প্রেস্ক্রিপশন পাওয়া যেতে পারে। আর তাৎক্ষণিকভাবে কোন রোগীর জন্যে এই LLM কম্প্যুটেশনের জন্যে আজকের কোন কম্প্যুটারই যথেষ্ট নয়, যা কিনা আরেকটি বড় বাধা। তবে কোয়ান্টাম কম্প্যুটার এটা করতে পারবে, এবং আশা করা যায় অদুর ভবিষ্যতে একজন চিকিৎসক হয়তবা সহজেই কোয়ান্টাম কম্প্যুটার এ্যাক্সেস করে SNP'র জন্যে নির্মিত LLM ব্যবহার করে রোগীদের সেবা দিতে পারবেন।

উপসংহার: ন্যানোটেকনোলজি শুধু একটি গুঞ্জন নয়; এটি প্রযুক্তিগত অগ্রগতির একটি নতুন যুগের ভিত্তি। AI এর সাথে হাত মিলিয়ে কাজ করার মাধ্যমে, ন্যানোটেকনোলজি আমাদেরকে আরও স্মার্ট, দ্রুত এবং আরও দক্ষ সিস্টেম তৈরি করতে সাহায্য করতে পারে যা আগামীকালের বিশ্বকে নতুন রূপ দেবে। আমরা যখন ন্যানোস্কেলে সম্ভাবনাগুলি অন্বেষণ করতে থাকি, আমরা এমন একটি ভবিষ্যতের সম্ভাবনাকে উন্মুক্ত করি যেখানে বুদ্ধিমত্তা কেবল কৃত্রিম নয়, বরং ক্ষুদ্রতম জিনিসগুলির শক্তি দ্বারা সত্যই উন্নত হয়। এই প্রবন্ধটি এই আকর্ষণীয় বিষয়ের গভীর অন্বেষণের জন্য একটি সূচনা বিন্দু মাত্র। ন্যানোটেকনোলজি এবং এআই-এর মধ্যে সম্পর্ককে সত্যিকারের একটি গতিশীল এবং সর্বদা বিকশিত ক্ষেত্র হিসাবে বিবেচনা করার মতো আরও অগণিত অ্যাপ্লিকেশন রয়েছে। আমরা যখন অসীমভাবে ছোট জগতের সন্ধান করতে থাকি, তখন AI এর সম্ভাবনা এবং আমাদের জীবনে এর প্রভাব সত্যিই অসীম হয়ে যায়। অর্থাৎ, ন্যানোটেকনোলজি এবং AI নিছক প্রযুক্তিগত অগ্রগতি নয়; এটি একটি দৃষ্টান্ত পরিবর্তনের জন্য একটি অনুঘটক। ভৌত এবং ডিজিটালের মধ্যে রেখাগুলিকে অস্পষ্ট করে, এই দুটি শক্তি আমাদের চারপাশের বিশ্বকে নতুন আকার দেয়, এমন একটি ভবিষ্যত গড়ে তোলে যেখানে বুদ্ধিমান মেশিনগুলি নির্বিঘ্নে আমাদের পরিবেশের সাথে যোগাযোগ করে, মানুষের ক্ষমতা বৃদ্ধি করে এবং আমাদের বর্তমান উপলব্ধির বাইরে চ্যালেঞ্জের মোকাবেলা করে। আমরা যখন এই অজানা অঞ্চলে নেভিগেট করি, তখন এটা মনে রাখা গুরুত্বপূর্ণ যে সত্যিকারের অগ্রগতি কেবল প্রযুক্তিগত দক্ষতার মধ্যেই নয় বরং দায়িত্বশীল স্টুয়ার্ডশিপের মধ্যেও রয়েছে। আমাদেরকে এটা নিশ্চিত করতে হবে যে এই অসাধারণ জোটের শক্তি যেন সকলের জন্য

একটি উজ্জ্বল ভবিষ্যত গড়ে তুলতে ব্যবহৃত হয়।

রেফারেন্সেস

[১] G M Sacha and P Varona, "Artificial intelligence in nanotechnology," Nanotechnology, 24 (2013) 452002 (13pp). DOI: 10.1088/0957-4484/24/45/452002

[২] Parichehr Hassanzadeh, Fatemeh Atyabi, Rassoul Dinarvand, "Application of modelling and nanotechnology-based approaches: The emergence of breakthroughs in theranostics of central nervous system disorders," Life Sciences, Volume 182, 1 August 2017, Pages 93-103. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lfs.2017.06.001.

[৩] Scott T. Keene, Paschalis Gkoupidenis, Yoeri van de Burgt, "Neuromorphic computing systems based on flexible organic electronics," Organic Flexible Electronics: Fundamentals, Devices, and Applications. Woodhead Publishing Series in Electronic and Optical Materials, 2021, Pages 531-574. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818890-3.00018-7

[৪] Raj, M, Seamans, R "Primer on artificial intelligence and robotics," J Org Design 8, 11 (2019). DOI: https://doi.org/10.1186/s41469-019-0050-0.

[৫] Anis Rahman, https://www.researchgate.net/profile/Anis-Rahman

যোগাযোগ: anis@anisrahman.org