

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

PHẠM QUỐC CƯỜNG

NGHIÊN CỨU NÂNG CAO HIỆU QUẢ
TRUYỀN DẪN THÔNG TIN DI ĐỘNG NHỜ
HỌC MÁY

Chuyên ngành: KỸ THUẬT VIỄN THÔNG
Mã số: 9520208

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Người hướng dẫn khoa học:
PGS.TS. NGUYỄN LÊ HÙNG
PGS.TS. TĂNG TẤN CHIẾN

ĐÀ NẴNG - 2025

MỞ ĐẦU

1. Bối cảnh, động lực thúc đẩy nghiên cứu

Hiện nay, xu hướng chuyển đổi số đang từng bước lan tỏa đến mọi mặt của đời sống, kinh tế, xã hội. Chuyển đổi số là việc tích hợp công nghệ và kỹ thuật số vào quá trình hoạt động kinh doanh của doanh nghiệp, tổ chức dựa trên các nền tảng về khoa học dữ liệu, trí tuệ nhân tạo, học máy, học sâu, điện toán đám mây, dữ liệu lớn, internet vạn vật. Mục tiêu chính của chuyển đổi số là giúp gia tăng hiệu quả vận hành, tạo ra lợi thế cạnh tranh trên thị trường và trên tất cả là nâng cao trải nghiệm khách hàng. Trong sự ảnh hưởng mạnh mẽ mang tính toàn cầu này, ngành viễn thông nói chung và thông tin di động nói riêng cũng không nằm ngoài xu hướng đó với việc định hướng ứng dụng công nghệ AI/DL/ML và khoa học dữ liệu vào hoạt động phát triển mạng lưới và vận hành khai thác.

Với sự phát triển của khoa học kỹ thuật trong thời kỳ chuyển đổi số thì nhu cầu truyền thông với tốc độ dữ liệu cũng như độ khả dụng cao, độ trễ thấp rất quan trọng. Để đáp ứng được với xu thế đó thì các nhà mạng viễn thông ở thế giới cũng như Việt Nam phải có những bước chuyển mình về mặt công nghệ là tất yếu, điển hình là thông tin động có những bước phát triển từ công nghệ 2G, 3G, 4G/LTE, 4G/LTE-A, 5G/NR và sau 5G.

Hệ thống thông tin di động có tầm ảnh hưởng lớn, đóng vai trò quan trọng trong thông tin liên lạc hàng ngày, do đó để đáp ứng nhu cầu truyền thông và sử dụng đa dạng các dịch vụ từ giải trí, truyền thông, y tế, giáo dục thì các nhà mạng di động cần phải liên tục thực hiện tối ưu hóa mạng lưới và tinh gọn quá trình quản lý vận hành khai thác để không ngừng nâng cao chất lượng, dung lượng dịch vụ để phục vụ khách hàng, nâng cao chất lượng trải nghiệm.

Những thành tựu gần đây của trí tuệ nhân tạo nói chung và học máy nói riêng nổi lên như là minh chứng tiêu biểu của cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 với một vài trong vô vàn những ứng dụng mà công nghệ AI/ML mang lại như xe tự hành của Google và Tesla, mô hình ngôn ngữ lớn về AI (LLaMA) của Meta, trợ lý ảo Siri của Apple, hệ thống chuyển đổi hình ảnh ra văn bản Google Vision API, hệ thống gợi ý sản phẩm của Amazon. Từ những lợi ích mà công nghệ AI/ML đã và đang tiếp tục mang lại cho ngành khoa học kỹ thuật thì việc nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo vào trong lĩnh vực thông tin di động sẽ mang đến những bước đột phá tích cực trong công tác nâng cao chất lượng truyền thông và vận hành khai thác mạng lưới trong tương lai.

Theo thống kê của hãng công nghệ Qualcomm thì trung bình khoảng 10 năm thì có một thế hệ di động mới được ra đời cung cấp kết nối với tốc độ cao hơn, dịch vụ đa dạng hơn nhờ vào việc phát triển các công nghệ đa truy cập mới, khai thác và tối ưu các chiều tài nguyên mới để nâng cao hiệu năng truyền tải dữ liệu. Mạng 6G là sự kế thừa của công nghệ di động 5G, hướng đến việc sử dụng tần số cao hơn mạng 5G do đó cung cấp dung lượng lớn hơn đáng kể với độ trễ thấp hơn nhiều so với 5G. Một trong những mục tiêu của mạng 6G sẽ là hỗ trợ truyền thông với độ trễ micro giây, tốc độ dự kiến khoảng 1 terabyte mỗi giây. Thị trường công nghệ 6G được kỳ vọng sẽ tạo điều kiện cho những cải tiến lớn về hình ảnh, công nghệ hiện diện (presence technology) và nhận biết vị trí (location awareness). Hoạt động kết hợp với trí tuệ nhân tạo, cơ sở hạ tầng tính toán của 6G sẽ tự động xác định vị trí tốt nhất để tính toán xảy ra; điều này bao gồm các quyết định về lưu trữ, xử lý và chia sẻ dữ liệu. Với những ưu điểm mà 6G mang lại hứa hẹn sẽ mở rộng hiệu suất của các ứng dụng 5G và đa dạng hóa khả năng hỗ trợ các ứng dụng sáng tạo trong kết nối không dây, nhận thức, cảm biến và hình ảnh.

Truyền thông UAV đóng vai trò quan trọng trong mạng 6G/sau 6G và đang nhận được sự quan tâm rất lớn trong những ứng dụng phục vụ mục đích thương mại dân sự cũng như trong quân sự với các đặc trưng kỹ thuật gồm phạm vi vùng phủ rộng, khoảng cách truyền vô tuyến xa và dung lượng lớn. Mặt khác, thiết bị UAV được xem là phương tiện tiềm năng trong việc truyền thông tin an toàn không đối không (A2A) hoặc từ trên

không xuống mặt đất (A2G) bởi khả năng triển khai linh hoạt và chi phí chấp nhận được, tuy nhiên vấn đề bảo mật của truyền thông UAV đang là thách thức làm hạn chế năng lực hệ thống trao đổi thông tin giữa trạm mặt đất (BS) và UAV do bản chất phát sóng và điều kiện kênh truyền tầm nhìn thẳng chiếm ưu thế. Nghiên cứu ứng dụng giải pháp công nghệ học sâu (DL) vào truyền thông UAV hứa hẹn đóng góp nhiều giá trị vào việc nâng cao năng lực hệ thống truyền thông UAV để nhanh chóng thương mại hóa công nghệ truyền thông 6G/sau 6G.

Xuất phát từ sự cấp thiết, khả năng ứng dụng của công nghệ trí tuệ nhân tạo nói chung và học máy nói riêng vào việc nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động theo định hướng ứng dụng lần hướng nghiên cứu lý thuyết, nghiên cứu sinh quyết định lựa chọn và thực hiện đề tài **Nghiên cứu nâng cao hiệu quả truyền dẫn thông tin di động nhờ Machine Learning**.

2. Tổng quan về các công bố khoa học liên quan đến vấn đề nghiên cứu

2.1. Công bố khoa học định hướng ứng dụng

Hiện nay hướng nghiên cứu định hướng ứng dụng công nghệ AI trong thông tin di động đang được các nhà khoa học, kỹ sư, chuyên gia trong nước cũng như trên thế giới quan tâm bởi tiềm năng và sự phát triển đột phá của AI ngày càng vượt bậc. Cụ thể, công nghệ AI và ML được ứng dụng trong thông tin di động vào các mục đích sau:

- Phát hiện bất thường về hiệu năng thông qua các chỉ số KPI trong mạng di động.
- Dự báo lưu lượng, hành vi của mạng thông tin di động.
- Tìm nguyên nhân gây suy giảm chất lượng mạng lưới.

Về phương diện ứng dụng công nghệ AI, ML trong hệ thống thông tin di động thương mại, các hãng viễn thông lớn trên thế giới như Huawei Technologies, Nokia Siemens Network, Ericsson đã sớm nghiên cứu ML trong các phòng thí nghiệm và dần triển khai các công nghệ độc quyền liên quan đến việc phân tích, dự đoán và tự động đưa ra các quyết định tối ưu nhằm nâng cao chất lượng mạng cũng như công tác vận hành khai thác hệ thống.

Các công bố trên đều khái quát hóa, đặc tả những lợi ích hiện hữu và tiềm năng của việc ứng dụng công nghệ AI/ML trong lĩnh vực thông tin di động. Đó là động lực để nghiên cứu sinh thực hiện nghiên cứu, phát triển, ứng dụng một số mô hình học máy để phục vụ công tác tối ưu và vận hành khai thác mạng lưới trong thực tế, hướng đến làm chủ việc ứng dụng công nghệ ML trong thông tin di động.

2.2. Công bố khoa học định hướng lý thuyết

Bên cạnh những ưu điểm mà truyền thông UAV mang lại thì yếu tố bảo mật trong ứng dụng UAV đang được quan tâm bởi vì bản chất phát sóng và điều kiện kênh truyền tầm nhìn thẳng (LoS) chiếm ưu thế rất nhạy cảm với việc bị rò rỉ thông tin. Bảo mật lớp vật lý được sử dụng để nâng cao hiệu năng bảo mật thông tin. Bên cạnh đó, vấn đề năng lượng hữu hạn là một ràng buộc vốn có trong việc sử dụng UAVs do đó thiết kế để nâng cao hiệu suất bảo mật truyền thông trong mạng UAV mà vẫn đảm bảo thỏa mãn điều kiện về năng lượng hữu hạn đóng vai trò rất quan trọng.

Trong thực tế, vấn đề nâng cao chất lượng bảo mật truyền thông với ràng buộc điều kiện năng lượng hữu hạn đang là mảng nghiên cứu nổi bật trong mạng vô tuyến UAV. Trong những công trình khoa học đã được công bố, bảo mật lớp vật lý được sử dụng kết hợp với những kỹ thuật mã hóa thông thường để tăng cường bảo mật xử lý tín hiệu trong khi vẫn đảm bảo thỏa mãn điều kiện ràng buộc về khía cạnh tiêu hao năng lượng. Cụ thể là một bộ định hướng chùm tia (beamformer) chính xác và hẹp được phát triển cho truyền thông bảo mật UAV với mục tiêu nâng cao hiệu quả truyền tin của thiết bị thu đích mong muốn đồng thời làm giảm xác suất rò rỉ thông tin đối với các thiết bị có nghe lén không mong muốn. Việc này được thực hiện nhờ việc khai

thác tính chất có ích của kênh truyền tầm nhìn thẳng trong truyền thông UAV, điều này cho phép các UAV định hướng chùm tia hiệu quả ở cả hướng góc ngang lẫn góc phương vị. Do đó, kỹ thuật định hướng chùm tia 3D beamforming được đánh giá là phương pháp khả thi để nâng cao chất lượng bảo mật của các hệ thống truyền thông UAV.

Những công trình nghiên cứu liên quan đến thiết kế định hướng chùm tia 3D beamforming với giả thiết thông tin kênh truyền hoàn hảo (perfect CSI) có cách tiếp cận phổ biến là dựa trên phương pháp phân rã giá trị eigen suy rộng (GEVD) với mục tiêu có được vector beamforming tối ưu. Tuy nhiên thông tin kênh truyền hoàn hảo đối với thiết bị thu nghe lén thụ động toàn trình (fully passive eavesdropper) nhìn chung là không thực tế kể cả đối với thiết bị thu chủ động hợp lệ (legitimate receiver), do đó sẽ hợp lý hơn nếu đặt giả thiết kênh truyền có thông tin trạng thái kênh truyền không hoàn hảo (imperfect CSI). Trong khi đó, các công bố khoa học liên quan đến thiết kế định hướng chùm tia 3D beamforming hệ thống thông tin UAV với giả thiết thông tin trạng thái kênh truyền không hoàn hảo còn tương đối hạn chế, bài báo “Deep learning driven 3D robust beamforming for secure communication of UAV systems” đề xuất phương pháp thiết kế 3D beamforming tối ưu dựa trên phương pháp học sâu điển hình (typical deep learning) dựa trên thông tin trạng thái kênh truyền không hoàn hảo.

Luận án thực hiện nghiên cứu nhằm thiết kế, xây dựng mạng nơ-ron nhân tạo không giám sát dựa trên bộ mã hóa tự động khử nhiễu (DAE) để tối ưu bộ định hướng chùm tia 3D (3D beamformer) cho truyền thông UAV an toàn với giả thiết thông tin trạng thái kênh truyền CSI không hoàn hảo. Khởi đầu ý tưởng từ các công trình đã chứng minh rằng các thể hệ mạng vô tuyến trong tương lai được hỗ trợ bởi công nghệ AI có thể học từ dữ liệu phổ vô tuyến và cực đại hóa khả năng nâng cao hiệu năng hệ thống. Các kết quả mô phỏng của nghiên cứu được trình bày ở Chương 4 cho thấy kiến trúc mạng nơ-ron dựa trên DAE được đề xuất có độ phức tạp tính toán thấp hơn nhưng lại cho hiệu năng bảo mật truyền thông UAV cao hơn so với các phương pháp đã được công bố trước đó.

3. Mục tiêu nghiên cứu của luận án

Nghiên cứu thuật toán, phát triển mô hình mạng nơ-ron tuyến tính để dự báo hành vi một số node mạng trong thông tin di động với tập dữ liệu khảo sát để huấn luyện và kiểm thử mô hình được thu thập từ Hệ thống hỗ trợ vận hành (OSS) trong thực tế. Làm tiền đề cho việc định hướng nghiên cứu ứng dụng học máy vào công tác vận hành khai thác chủ động mạng lưới, góp phần chuyển đổi số công tác quản lý vận hành mạng thông tin di động công nghiệp.

Nghiên cứu đánh giá hiệu năng một vài mô hình học máy trong việc dự báo số lượng thuê bao theo công nghệ di động với tập dữ liệu khảo sát để huấn luyện và kiểm thử được thu thập từ Hệ thống lưu trữ dữ liệu khai báo dịch vụ thuê bao (HLR) trong thực tế nhằm cung cấp thêm một nguồn dữ liệu đầu vào nhằm nâng cao chất lượng quy hoạch phát triển mạng lưới.

Nghiên cứu bài toán tối ưu tốc độ ASR trong truyền thông UAV-một trong những công nghệ then chốt của mạng thông tin di động 6G và sau 6G. Từ đó, nghiên cứu, đề xuất, thiết kế và thực thi mô hình mạng nơ-ron để nâng cao chất lượng định hướng chùm tia 3D beamforming từ trạm mặt đất đến UAV mục tiêu để nâng cao chất lượng bảo mật trong truyền thông UAV. Mạng nơ-ron mà luận án đề xuất phải cho hiệu năng và cấu hình tối ưu so hơn với các phương pháp nâng cao chất lượng định hướng chùm tia 3D beamforming trong các bài báo khoa học đã công bố trước đây.

4. Kết quả, đóng góp của luận án

Một số kết quả, đóng góp chính của luận án được tóm tắt như sau:

4.1. Kết quả, đóng góp của luận án về lý thuyết

Nghiên cứu, xây dựng mạng nơ-ron tuyến tính LNN thực hiện phân tích và dự đoán hành vi của eNodeB gồm: E-UTRAN RACH Setup Attempts, RRC Setup Attempts và E-UTRAN Data Radio Bearer Attempts với tập dữ liệu thu thập từ Hệ thống hỗ trợ vận hành thực tế của nhà mạng với độ chính xác dự báo lên tới 94%.

Nghiên cứu, xây dựng mô hình ARIMA thực hiện phân tích và dự đoán số lượng thuê bao 2G/3G/4G với tập dữ liệu từ hệ thống HLR/OSS thực tế của nhà mạng với độ chính xác dự báo lên tới 96%. Các kết quả thực nghiệm chứng minh mô hình ARIMA cho hiệu quả dự báo tốt hơn mô hình LNN đối với tập dữ liệu về thống kê số lượng thuê bao.

Nghiên cứu, đề xuất, thiết kế mạng nơ-ron DAE để giải quyết bài toán nâng cao chất lượng 3D beamforming trong hệ thống truyền thông UAV có sự xuất hiện của cả UAV hợp pháp và UAV nghe lén với điều kiện thông tin kênh truyền CSI không hoàn hảo được xét trong phạm vi nghiên cứu so với các mô hình kênh truyền có giả thiết CSI hoàn hảo như trước đây. Các kết quả mô phỏng chứng minh phương pháp DAENN vượt trội hơn so với các phương pháp trước đây là 3D DL và GEVD xét về khía cạnh tốc độ bảo mật trung bình (ASR), đặc biệt khi ảnh hưởng kênh truyền của thành phần LoS khắc nghiệt hơn trong điều kiện môi trường đô thị. Độ phức tạp về cấu trúc của mạng nơ-ron DAENN thấp hơn so với mạng nơ-ron 3D DL đã công bố trước đó giúp cho việc triển khai trong thực tế của DAENN khả thi hơn.

4.2. Kết quả, đóng góp của luận án về thực tiễn

Hướng nghiên cứu về ứng dụng công nghệ trí tuệ nhân tạo và học máy trong lĩnh vực thông tin truyền thông nói chung và ngành thông tin di động nói riêng trong thời kỳ chuyển đổi số đang được các nhà khoa học, chuyên gia và kỹ sư của các hãng viễn thông, nhà mạng trên thế giới quan tâm. Việc nghiên cứu ứng dụng công nghệ học máy vào nghiệp vụ liên quan hoạt động sản xuất công nghiệp sẽ giúp gia tăng hiệu quả vận hành, tạo ra lợi thế cạnh tranh trên thị trường và hoàn toàn phù hợp với định hướng chuyển đổi số doanh nghiệp ICT mà Chính phủ đã đặt ra tại "Chương trình Chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030" theo Quyết định số 749/QĐ-TTg ngày 03/6/2020.

Các mô hình nghiên cứu trong luận án được mở rộng để thực hiện 02 Đề tài Khoa học công nghệ và 04 sáng kiến đã được công nhận, triển khai cũng như nghiệm thu đưa vào ứng dụng thực tế để nâng cao hiệu quả vận hành khai thác và tối ưu chất lượng mạng thông tin di động tại Tổng Công ty viễn thông MobiFone.

5. Bố cục luận án

Luận án được tổ chức theo bố cục gồm 4 chương, cụ thể như sau:

- **Chương 1: Tổng quan về trí tuệ nhân tạo, học máy và ứng dụng trong thông tin di động**

Chương này tóm lược tổng quan về công nghệ trí tuệ nhân tạo, học máy cũng như khả năng và hiện trạng ứng dụng trong lĩnh vực thông tin di động tại các hãng viễn thông lớn trên thế giới có liên quan mật thiết đến định hướng nghiên cứu ứng dụng. Ngoài ra, ứng dụng của học sâu để nâng cao chất lượng truyền thông bảo mật UAV/6G về khía cạnh thiết kế định hướng chùm tia 3D được trình bày để làm rõ vai trò quan trọng của AI/DL trong việc cải thiện hiệu năng các thể hệ mạng di động trong tương lai.

- **Chương 2: Xây dựng mạng nơ-ron tuyến tính dự báo hành vi của một số node mạng trong thông tin di động**

Chương này sẽ trình bày các kết quả nghiên cứu, phát triển và xây dựng mô hình, thuật toán mạng nơ-ron tuyến tính thực hiện phân tích dự đoán hành vi của một số node mạng dựa trên tập dữ liệu từ Hệ thống hỗ trợ vận hành (OSS) thực tế. Nội dung của chương bao hàm kết quả nghiên cứu của bài báo "*Predicting mobile networks' behaviors using Linear Neural Networks*" được công bố trong Hội thảo quốc tế về Điện tử và truyền thông IEEE ICCE 2020.

- **Chương 3: Cải thiện chất lượng quy hoạch mạng thông tin di động bằng dữ liệu dự báo nhờ học máy**

Nội dung chương này sẽ tập trung vào các kết quả nghiên cứu phát triển xây dựng mô hình, thuật toán mạng nơ-ron tuyến tính (LNN) và ARIMA thực hiện phân tích dự báo tải mạng lưới thông qua số lượng thuê bao theo công nghệ di động dựa trên tập dữ liệu từ Hệ thống VLR/OSS thực tế. Các nội dung trình bày trong Chương 3 là kết quả nghiên cứu của bài báo khoa học "*Reinforcing mobile network planning with forecasted input data obtained by a machine learning approach*" được trình bày tại Hội thảo quốc tế về Điện tử & truyền thông IEEE ICCE 2020 và bài báo "*Digital Transformation in the Testing Field to Assess Qualities of Mobile Communication Services*" được công bố trong Hội thảo Khoa học quốc gia về Công nghệ thông tin và ứng dụng trong các lĩnh vực - Lần thứ 10 (CITA 10).

- **Chương 4: Nâng cao hiệu năng 3D beamforming trong truyền thông UAV/6G bằng mạng nơ-ron DAE**

Chương này sẽ khái quát về vai trò truyền thông UAV, hướng nghiên cứu lý thuyết truyền thông UAV trong mạng 6G và sau 6G cũng như mô hình hệ thống UAV được sử dụng để nghiên cứu trong phạm vi luận án. Tiếp đó mô tả bài toán tối ưu tốc độ truyền thông tin bảo mật trung bình ASR và trình bày chi tiết về mạng DAE được thiết kế để tối ưu vector beamformer nhằm nâng cao hiệu năng kỹ thuật định hướng chùm tia 3D beamforming, qua đó cải thiện chất lượng bảo mật thông tin trong truyền thông UAV. Cuối cùng, trình bày các thiết lập mô phỏng hệ thống để đánh giá hiệu năng thông qua chỉ số tốc độ bảo mật trung bình (ASR) của các phương pháp nâng cao chất lượng định hướng chùm tia 3D beamforming trong truyền thông UAV. Mạng nơ-ron DAE được thiết kế trong chương này đều đạt được các kết quả khả quan so với các công trình nghiên cứu đã được công bố trước đây. Nội dung trình bày trong Chương 4 là kết quả nghiên cứu của bài báo khoa học "*Robust 3D Beamforming for Secure UAV Communications by DAE*" được xuất bản trên tạp chí Mobile Networks and Applications (MONET, thuộc danh mục SCIE, Q2, IF 2021: 3.426) của NXB Springer US vào tháng 5/2023.

Phần nội dung cuối cùng của luận án là KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ sẽ tổng hợp, cô đọng các kết quả thu được của luận án, đồng thời nêu ra các kiến nghị đề xuất về hướng nghiên cứu, mở rộng nội dung liên quan đến kết quả của luận án trong thời gian tiếp theo.

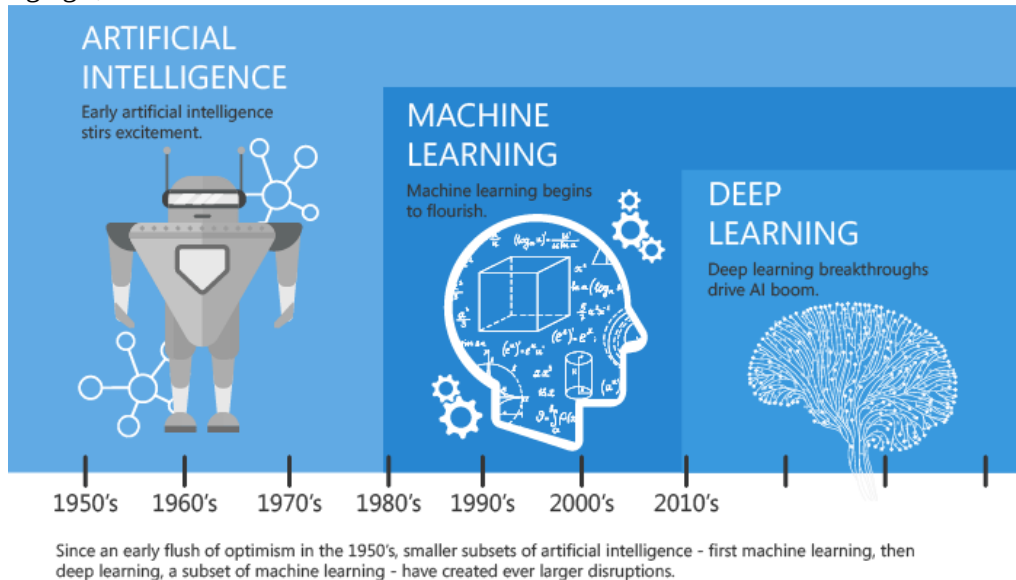
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ TRÍ TUỆ NHÂN TẠO, HỌC MÁY VÀ ỨNG DỤNG TRONG THÔNG TIN DI ĐỘNG

1.1. Giới thiệu chương

1.2. Tổng quan về công nghệ trí tuệ nhân tạo, học máy

1.2.1. Công nghệ trí tuệ nhân tạo

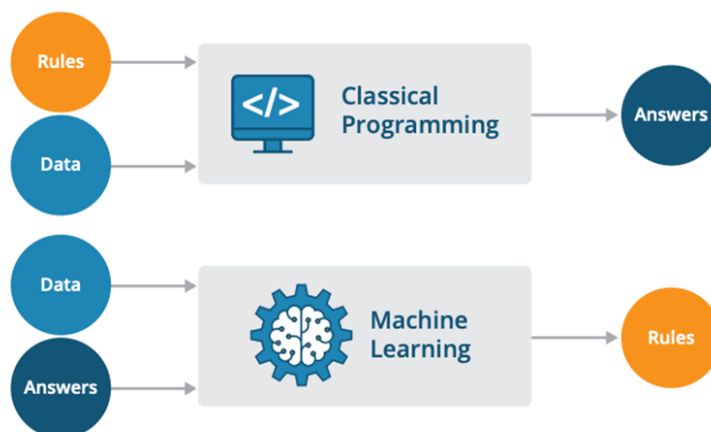
Công nghệ trí tuệ nhân tạo là một lĩnh vực thuộc ngành khoa học máy tính liên quan đến việc tự động hóa các hành vi theo hướng thông minh. Hình 1.1 minh họa các cột mốc chính về thời gian trong lịch sử phát triển của công nghệ AI.



Hình 1.1. Mối liên hệ giữa AI, học máy và học sâu

1.2.2. Học máy

Học máy là một tập hợp con của trí tuệ nhân tạo và là một lĩnh vực nhỏ trong khoa học máy tính, có khả năng tự học hỏi dựa trên dữ liệu hoặc kinh nghiệm trong quá khứ được đưa vào mà không cần phải được lập trình cụ thể. Hình 1.4 minh họa sự khác biệt cơ bản về nguyên lý giữa lập trình cổ điển so với học máy.



Hình 1.4. Nguyên lý của lập trình cổ điển so với học máy

1.3. Hiện trạng nghiên cứu ứng dụng AI, ML vào thông tin di động

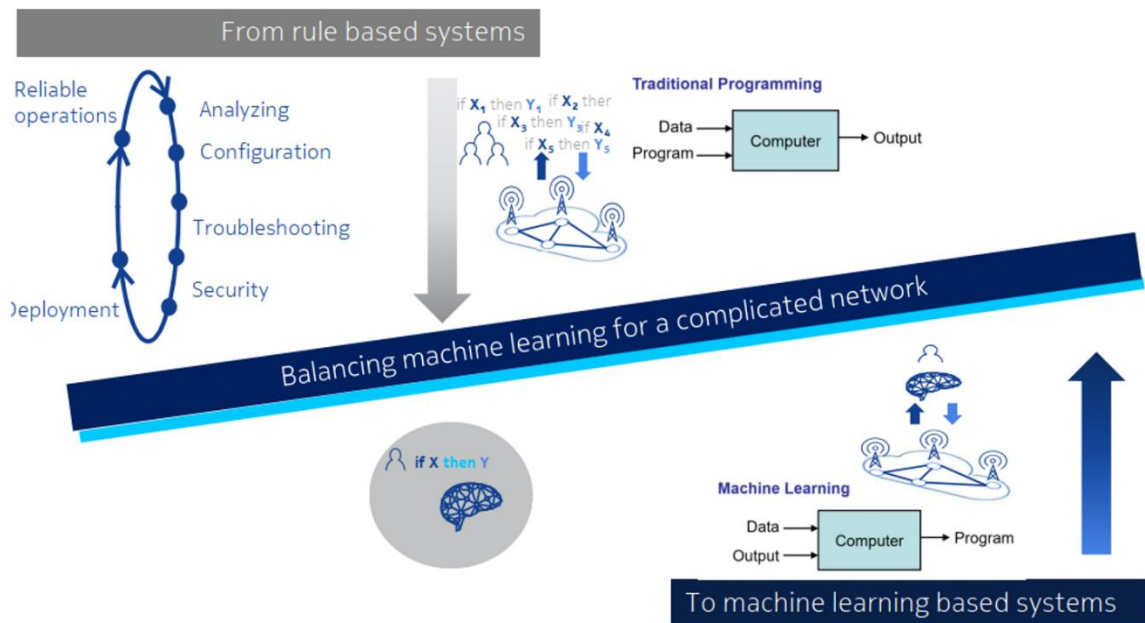
1.3.1. Nghiên cứu định hướng ứng dụng

Cùng với sự phát triển của ngành thông tin di động trên thế giới, các nhà mạng di động tại Việt Nam đã và đang có chiến lược phát triển mạng lưới để phủ sóng trên cả nước từ công nghệ 2G cho đến 5G. Với một

hệ thống mạng di động đa lớp, đa nền tảng công nghệ thì việc tối ưu chất lượng mạng, vận hành khai thác (VHKT) cũng như đưa ra các phương án phát triển mạng lưới và thuê bao sẽ trở nên rất phức tạp và khó khăn trong bối cảnh hiện nay. Do đó, việc ứng dụng những thế mạnh của AI, ML để hỗ trợ công tác tối ưu và VHKT là điều tất yếu nhằm nâng cao độ khả dụng của mạng lưới, giúp hệ thống mạng vận hành tinh gọn và thông minh hơn.

Các hãng viễn thông lớn trên thế giới như Huawei, Nokia, Ericsson đã sớm nghiên cứu ML trong các phòng thí nghiệm và dần triển khai các công nghệ độc quyền liên quan đến việc phân tích, dự đoán và tự động đưa ra các quyết định tối ưu nâng cao chất lượng mạng cũng như VHKT.

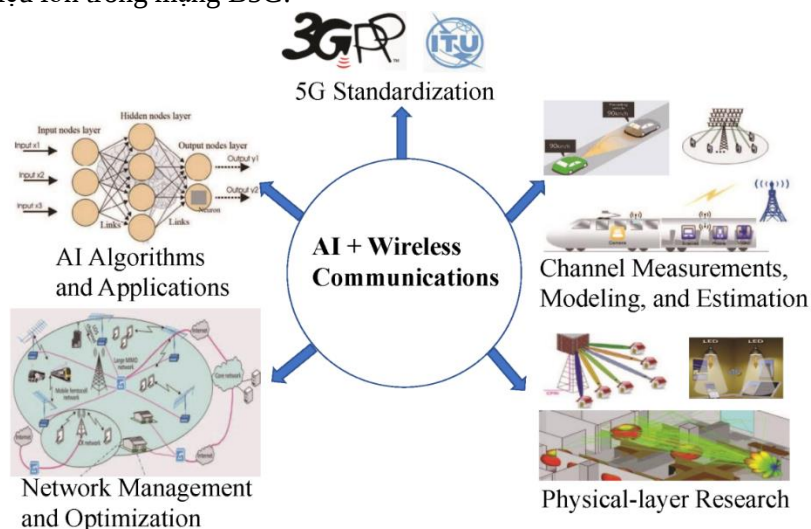
Network management – Balance with Machine Learning



Hình 1.6. Giải pháp quản lý mạng lưới trên nền tảng học máy của Nokia

1.3.2. Nghiên cứu định hướng lý thuyết

Hiện nay, mạng truyền thông vô tuyến 5G đang được triển khai thương mại hóa ở nhiều quốc gia trên thế giới, các mạng thông tin di động sau 5G như 6G, sau 6G dự kiến sẽ được phát triển vào thập niên tới. Công nghệ AI, đặc biệt là ML có tiềm năng sẽ giải quyết hiệu quả những vấn đề khó và phi cấu trúc nhờ vào việc khai phá lượng dữ liệu lớn trong mạng B5G.



Hình 1.10. Các hướng nghiên cứu ứng dụng AI vào mạng vô tuyến sau 5G

Việc ứng dụng ML để khai thác tối đa các giá trị tiềm năng dữ liệu lớn trong mạng B5G sẽ giải quyết những thách thức trong việc thiết kế và vận hành các mạng di động đa công nghệ. Những lợi ích tiềm năng mà ML mang lại trong các hệ thống truyền thông vô tuyến gồm:

- Các mô hình nhiễu và kênh truyền cực kỳ phức tạp trong thực tế do bản chất động của kênh truyền vô tuyến, đặc biệt trong mạng B5G. Kỹ thuật ML sẽ tự động suy luận ra thông tin kênh truyền chưa biết từ dữ liệu truyền thông và kiến thức đã biết trước đó.
- Bởi vì mật độ các điểm truy cập vô tuyến và thiết bị di động đầu cuối liên tục tăng do đó nhu cầu tối ưu tài nguyên hệ thống toàn cục và tinh chỉnh thiết lập hệ thống là rất cần thiết. Tuy nhiên, lượng tài nguyên và tham số hệ thống rất lớn cần được tối ưu nên việc xác định tương quan giữa chúng để tìm ra các vấn đề mạng lưới rất khó nếu sử dụng những cách tiếp cận truyền thống đã có trước đây. Những thuật toán ML phức tạp như học sâu hay phương pháp học xác suất sẽ giúp mô hình hóa các tương quan có tính chất phi tuyến tính cao và ước lượng tham số hệ thống tối ưu.
- ML sẽ hiện thực hóa cấu hình mạng vô tuyến dựa trên cơ chế học thích nghi nhờ vào việc phát hiện các mẫu hành vi và phản hồi nhanh, linh hoạt đối với nhiều trạng thái mạng lưới khác nhau, có thể kể đến như dự đoán lưu lượng để chủ động lên kế hoạch xử lý các sự kiện không mong muốn.

1.4. Kết luận chương

CHƯƠNG 2: XÂY DỰNG MẠNG NƠ-RON TUYẾN TÍNH DỰ BÁO HÀNH VI CỦA MỘT SỐ NODE MẠNG TRONG THÔNG TIN DI ĐỘNG

2.1. Giới thiệu chương

2.2. Các hướng ứng dụng học máy và khoa học dữ liệu trong lĩnh vực viễn thông

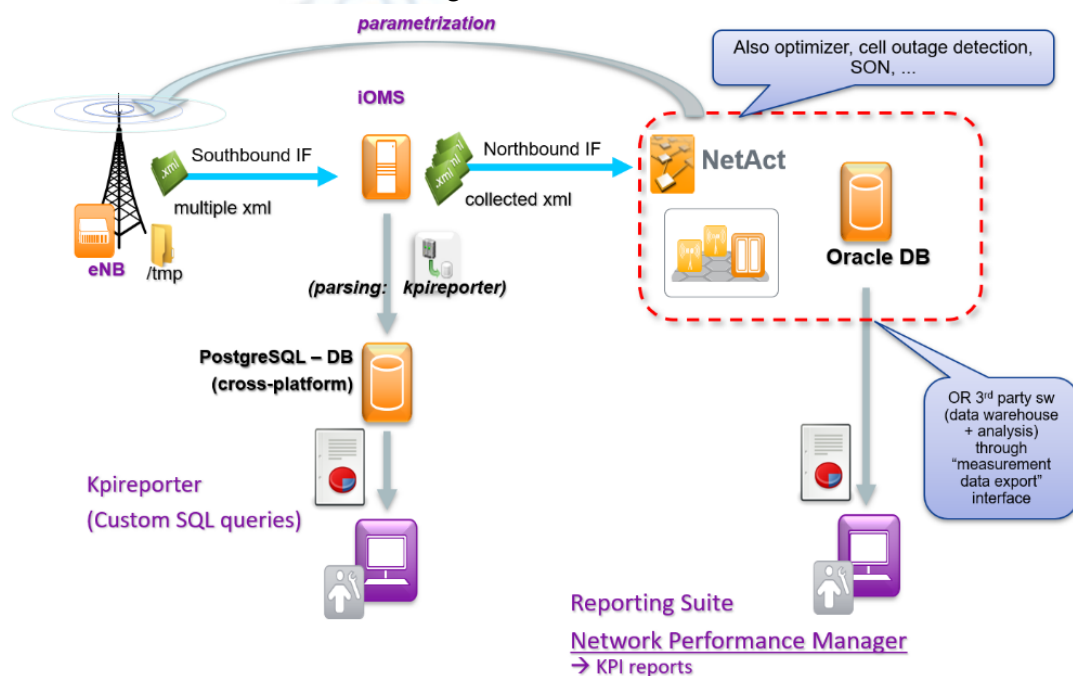
Khoa học dữ liệu và học máy được ứng dụng trong lĩnh vực viễn thông ở bốn mảng chính:

- Phân tích đặc tả (Descriptive Analytics)
- Phân tích nhận dạng (Diagnostic Analytics)
- Phân tích dự đoán (Predictive Analytics)
- Phân tích đề xuất (Prescriptive Analytics)

2.3. Tập dữ liệu về hành vi mạng thông tin di động

Các phần tử trong mạng di động sẽ được kết nối về hệ thống OSS của nhà mạng để thực hiện vận hành, khai thác, quản lý, tối ưu chất lượng và xử lý sự cố. Hành vi mạng lưới bao gồm hành vi thuê bao đầu cuối, cảnh báo sự cố, sự kiện xảy ra trên mạng, ... được thu thập và lưu trữ trên các hệ thống máy chủ để giám sát và tối ưu nhằm nâng cao độ khả dụng cũng như chất lượng mạng.

Các hành vi mạng 4G/LTE như Random Access Channel Attempts, Radio Resource Control Attempts, E-UTRAN RACH Setup Attempts được ghi lại bởi hàng triệu bộ đếm, dữ liệu hành vi được lưu trữ bởi các hệ quản trị cơ sở dữ liệu Oracle DB trên hệ thống NetAct theo kiến trúc ở Hình 2.2.



Hình 2.2. Sơ đồ nguyên lý lưu trữ dữ liệu bộ đếm từ eNodeB đến hệ thống quản lý hiệu năng mạng NetAct.

2.4. Mô hình mạng nơ-ron tuyến tính

2.4.1. Mô hình tuyến tính với hồi quy tuyến tính

Hồi quy tuyến tính là thuật toán học có giám sát của học máy được sử dụng để tìm mối quan hệ tuyến tính giữa giá trị đầu ra là đại lượng vô hướng nhờ vào một hoặc nhiều biến đầu vào.

2.4.2. Thuật toán Gradient Descent

Mô hình học máy được đề xuất tối ưu bằng thuật toán đạo hàm gradient descent (GD), thuật toán sẽ giảm sai số bằng cách cập nhật bộ tham số theo hướng cực tiểu hóa giá trị hàm sai số.