# 인공지능과 전파 기술

감 동 근

아주대학교 전자공학과

## Ⅰ. 인간과 인공지능의 협력

알파고와 인간 최고수(세계 랭킹 1위) 커제 9단과의 대결은 대다수의 예상대로 알파고의 싱거운 승리로 끝났다. 작년 3월에 있었던 알파고와 이세돌 9단의 대결의 제목은 '챌린지'였던 반면에, 이번 대회의 제목은 '바둑의 미래 서밋'으로서 인간과 인공지능의 대결 자체보다는 이 둘의 공존 방안을 모색해 보자는 취지가 강했다. 그래서 이번 대회에서 알파고와 커제의 대결보다 더 주목받았던 것은 프로 기사가 알파고와 한 팀이 되어 또 다른 프로 기사와 알파고의 팀을 상대하는 페어 바둑이었다. 이 바둑에서 렌샤오 8단팀이 구리 9단팀에 비해 중반까지는 호흡이 잘 안 맞는 것처럼 보였으나, 종반에 승부수가 통하며 역전했다. 일대일 대국에서는 좀처럼 역전을 허용하지 않는 알파고가 페어 바둑에서는 파트너와의 공조에 따라 역전을 허용한 것이 흥미로웠고, 알파고의 수를 프로 기사들이 종종 이해하지 못해 당황할 때 관전하는 재미가 있었다. 앞으로 인간과 인공지능이 한 팀이 돼 출전하는 대회가 늘어날 것이다. 인간과 인공지능이 번갈아 가며 착수하는 페어 바둑 외에도 인간이 인공지능의 도움을 받아 대국하는 대회도 생길 것이다. 정밀한 수읽기는 인공지능에 맡기고 인간은 큰 틀의 전략을 짜는데 집중할 것이며, 이러한 바둑은 완전히 새로운 경지를 보여줄 것이다.

인간과 컴퓨터의 협력(multiplicity: diverse groups of people and machines working together)이 중요하다. 머신 러닝 기술과 대중의 지혜가 결합해 이미 일상생활을 완전히 바꿔놓았다. 다수 사용자의 피드백을 바탕으로 검색 엔진의 알고리즘이나 스팸 필터가 하루가 다르게 개선되고 있으며, SNS에서 내게 유용한 뉴스피드가 조직되고, 인터넷 서점에서 내가 관심 있을만한 책이 추천되는 것도 모두 multiplicity 덕분이다. 현재 인공지능 연구는 인간과 컴퓨터의 상호작용(HCI: Human-Computer Interaction)에 걸림돌이 되는 음성인식이나 자연어 처리에 집중하고 있다. 적어도 한동안은 인간을 완벽하게 이해하는 인공지능이 나오기는 어려우므로, 역으로 인공지능을 보다 잘 이해하고 적응하는 인간들이 각광받는 시대가 될 것이다.

## Ⅱ. 인공지능의 활용 분야

[그림 1] The future of go summit

알파고가 바둑에서 인간 최고수를 뛰어넘었으니 조만간 대부분의 분야에서 인공지능이 인간을 능가하게 될까? 그것은 지나친 일반화라고 생각한다. 바둑은 경우의 수는 엄청나게 많지만 굉장히 독특한 문제이다. 첫째, 바둑은 과제(게임)의 목표와 규칙을 컴퓨터가 이해할 수 있도록(즉, 숫자로) 명확히 표현할 수 있다. 둘째, 바둑에서 다음 수를 결정할 때 고려해야 될 요소가 모두 판 위에 공개돼 있다. 또한, 주어진 상황에서 인간 전문가가 어떤 결정을 내렸는지에 대한 데이터(기보)가 충분히 쌓여 있다는 점도 있다. '현재 내가 고민하고 있는 문제가 과연 이런 특징을 갖고 있는가?' 생각해보시라. 나의 고민을 숫자로 명확히 표현할 수 있는지, 내 문제에서 고려해야 될 요소를 내가 모두 알고 있는지를, 그렇지 않은 문제들이 대부분일 것이다.

그렇다면 인공지능은 어떤 분야에 먼저 활용될까? 첫째, 재무, 유통과 같이 언어 처리가 필요 없는 분야에 우선적으로 활용될 것이다. 인공지능이 자연어를 다루는 능력은 숫자를 다루는 능력에 비해 아직 떨어지기 때문이다. 그래서 많은 기업들이 음성인식 등 인간과 인공지능의 인터페이스 기술개발에 집중적으로 투자하고 있다. 둘째, 딥러닝은 한두 번의 실수가 치명적이지 않고, 통계적인 성능이 높으면 되는 분야에 적합하다. 딥러닝의 장점은 소위 domain knowledge가 별로 필요하지 않다는 점이다. 즉, 알파고를 만든 구글의 엔지니어들이 이세돌 9단만큼 바둑을 잘 둘 필요가 없었다. 바둑을 잘 둘 수 있는 비결을 입력해준 것이 아니라, 수많은 사례를 통해서 인공지능 스스로 그 길을 찾아 나가게 했다. 딥러닝의 약점도 바로 여기에 있다. 알파고가 결과적으로 바둑을 엄청나게 잘 두는데 왜 이렇게 잘 두는지를 개발자조차도 정확하게 이해하기 어렵다.

한 연구팀이 사진 속에 탱크가 존재하는지 판독해내는 인공지능을 딥러닝으로 개발하고자 했다. 신경망의 학습을 위해서는 탱크가 포함된 사진들과 탱크는 없고 배경만 찍힌 사진들이 많이 필요했다. 그래서 연구팀은 오전에 포격 연습장으로 이동하는 탱크들의 사진을 찍고, 점심 먹고 같은 자리로 돌아와 탱크가 없는 배경만을 다시 찍었다. 이렇게 얻은 사진들로 학습을 시킨 결과, 탱크가 건물 뒤에 일부 가려지고 포신만 나와 있어도 인공지능이 탱크를 아주 잘 찾아내는 것처럼 보였다. 그러자 호기심이 생긴 연구팀은 이번에는 탱크가 포신까지 건물에 완전히 가려진 사진을 제시했다. 사진 상으로는 도저히 탱크를 찾아낼 방법이 없었다. 그런데도 이 신경망은 탱크가 있다고 답했다. 강화학습까지 한 결과, 인공지능이 투시력까지 갖추게 된 것일까? 알고 보니 인공지능은 연구팀이 전혀 의도하지 않았던 방법으로 탱크의 존재 여부를 구분하고 있었다. 인공지능이 사용한 구분 기준은 바로 빛의 각도였다. 탱크가 있는 사진들은 전부 오전에 촬영된 것이고, 탱크가 없는 사진들은 전부 오후에 촬영된 것이므로 다른 것 볼 필요 없이 태양의 위치만 따진 것이다. 사진이 찍힌 시점으로 탱크를 판별해내는 이 인공지능은 당연히 실전에는 무용지물이다.

신경망이 복잡해질수록 그 작동원리를 개발자가 정확하게 이해하기가 어렵고, 따라서 오류를 예방하는 것은 더더욱 어렵다. 의료, 교통, 공공 안전 분야 같이 간혹 발생하는 오류가 치명적일 수 있는 분야에서는 딥러닝으로 개발된 인공지능에 의존하기가 어렵다. 그렇다면 전파 분야는 어떨까? 반도체 패키지, PCB, 안테나를 설계할 때 정확도가 95 % 나온다면 충분히 만족하고 쓸 수 있지 않겠는가? 가끔 오류를 일으키는 것은 post layout simulation으로 찾아내면 되고, 혹시 그래도 놓치는 것은 design respin 하면 되니까 말이다.

## Ⅲ. 인공지능을 활용한 전파기술 연구

지난 2월에 DesignCon 학회에 참석했다. 마지막으로 참석했던 것이 7년 전이었는데, 그때나 이번이나 비슷한 얘기들을 하고 있어서 이 분야도 기술 발전이 정체 단계에 접어들었구나 하는 느낌을 받았다. 한 가지 달라진 점은 키노트 강연에서 인공지능을 다룬 것이었다.

패키지 설계를 어디까지 자동화할 수 있을까? 바둑 전문기사가 되려면 십 년 이상을 밤낮으로 바둑 공부만 해야 하는데, 우리 산업 현장에서 패키지(PCB, 안테나 등 포함) 설계를 업으로 하는 엔지니어들이 그 직업을 갖기 위해 공부한 시간이 얼마나 될까? 패키지 설계의 목표는 $S_{21}$, eye opening, antenna gain 같은 식으로 숫자로 명확하게 표현할 수 있고, 경우의 수가 바둑만큼 많지도 않으니, 패키지 설계가 인공지능한테 과연 바둑보다 어려운 분야일까?

매 제품의 설계 환경이 조금씩 다르다 보니, 딥러닝의 지

도학습에 필요한 충분한 설계 사례를 확보하기 어려울 것 같지만, 시뮬레이터가 더 빨라져 한 설계 변수가 시스템 성능에 미치는 영향을 몇 초 안에 분석할 수 있게 되면, 강화학습만으로도 학습이 가능할 것이다. 현재 패키지 설계를 할 때에도 신호선들이 칩을 빠져나오는 데까지가 어렵지 이후에는 사실 EDA 툴이 제공하는 auto routing 기능으로 대부분 설계가 된다. 그리고 escape routing도 아주 정형화된 문제이기 때문에, 딥러닝을 쓰지 않고 규칙(알고리즘) 기반으로도 이미 상당한 수준에 이르렀고[1], 여러 가지 최적화 기법도 활발히 사용돼 왔다[2].

그 밖에 어떤 전파기술 관련 문제에 인공지능을 활용할 수 있는지 파악하기 위해 CAEML(Center for Advanced Electronics through Machine Learning) 연구 그룹의 웹사이트[3]를 둘러보시기 바란다.

## Ⅳ. 전파기술 연구의 새로운 필요성

구글은 이번 대회를 끝으로 바둑 인공지능을 더 이상 연구하지 않겠으며, 알파고 기술을 활용해 더욱 다양한 영역에 적용되는 '범용' 인공지능을 만드는 게 목표라고 밝혔다. 그러고 보니 알파고는 바둑만 잘 둔다. 그것도 19줄 바둑판에서. 만약 내일 아침에 20줄 바둑판에서 알파고와 이세돌 9단이 다시 대결한다면 어떻게 될까? 이세돌 9단이 압도적으로 이길 것이라 확신한다. 알파고의 신경망에서 바둑판의 상황을 숫자로 표현한 행렬을 한 줄로 입력 받는데, 바둑판이 한 줄 늘어나면 그 순서가 다 헝클어지기 때문이다. 그런데 인간은 20줄 바둑판에서도 거의 본 실력이 그대로 나온다. 바둑판이 평소보다 약간 넓은 것 같다는 느낌은 들 지 모르지만. 이런 차이가 어디서 기인하는 것일까?

Nature지에 발표한 논문을 기준으로 알파고의 인공 신경망은 기껏해야 십만 개 정도의 뉴런을 흉내 냈지만, 인간은 대뇌피질에만 천억 개의 뉴런을 갖고 있어서 훨씬 큰 틀에서의 패턴 인식이 가능하다. 그래서 인간은 바둑뿐만 아니라, 퀴즈도 풀고 그림도 그릴 수 있다. 그러면 알파고를 백만 대 연결하면 인간처럼 온갖 일을 할 수 있게 되지 않겠는가? 그럴 가능성이 있다. 해보기 전에 안 된다고 단언하기 힘들다. 알파고의 신경망 규모를 백만 배 키우는데 가장 걸림돌이 되는 것은 바로 에너지 문제이다. 이세돌 9단은 밥 한 끼만 먹고도 천억 개의 뉴런을 가동할 수 있었지만(20 W 수준), 알파고는 고작 십만 개의 뉴런을 흉내 내는 데 1 MW에 육박하는 전력을 썼다. 알파고 백만 대를 20 W 수준에서 돌리려면 에너지 효율이 지금보다 5백억 배 향상돼야 한다. 이것은 지금 반도체 기술이 발전하는 추세만으로는 도저히 달성하기 어려운 목표다. 사실 몇 년 전부터 반도체 공정이 더 미세해지더라도 에너지 효율은 그다지 개선되지 않는 상황이었다.

구글이 이번 대회 후에 주로 홍보한 것은 바로 TPU였다. 머신 러닝에 굳이 소수점 아래로 길게 가는 계산이 필요 없으므로, 이것을 줄여서 계산 효율을 높인 것이다. 엔비디아는 기존의 GPU로도 장사가 너무 잘 돼 당장 새로운 아키텍처의 프로세서를 내놓고 있지 않지만, TPU가 출시되고 시장이 커지면 즉시 이에 대응하는 제품을 내놓을 것이다. 애플 등도 각종 반도체 하드웨어 회사들을 수직 계열화하며, 머신 러닝에 차별화된 프로세서를 보유하는 것이 경쟁력이 될 때를 대비하고 있다.

PC 산업이 모바일 산업에 밀려난 이후로 고성능 컴퓨터 개발은 포기하고, 저가 경쟁에만 몰두해 왔는데, 인공지능의 등장으로 새로운 전기가 마련됐다. 또한, 아직은 초기 단계이나 neuromorphic computer나 quantum computer 등도 에너지 효율을 획기적으로 개선할 수 있는 근본적 해결책으로써 연구되고 있다. 따라서 이들 시스템에 필요한 전파기술도 연구할 것이 많아졌다.

## 참 고 문 헌

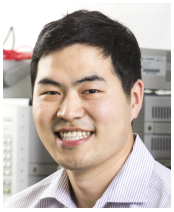
[1] K. Wang, S. Dong, H. Wang, Q. Chen, and T. Lin, "Mixed-crossing-avoided escape routing of mixed-pattern signals on staggered-pin-array PCBs", *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, vol. 33, no. 4, pp. 571-584, Apr. 2014.

[2] S. J. Park, B. Bae, J. Kim, and M. Swaminathan, "Application of machine learning for optimization of 3-D integrated circuits and systems", *IEEE Transactions on Very Large Scale Integration(VLSI) Systems*, vol. 25, no. 6, pp. 1856-1865, Feb. 2017.

[3] https://publish.illinois.edu/advancedelectronics/

≡ 필자소개 ≡

감 동 근



2000년 2월: 한국과학기술원 물리학과(이학사)
2002년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)
2006년 8월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학박사)
2011년 9월~현재: 아주대학교 전자공학과 교수
[주 관심분야] 반도체 패키징, EMI/EMC, 바둑 인공지능