

주제 1 새로운 기술혁명과 미래 도시

미래사회를 위한 인공지능 기술과 전망

조성배(연세대학교 컴퓨터과학과 교수)

1. 들어가며

인간처럼 감정을 갖고 경험을 통해 지식을 축적하는 인간형 로봇에서부터 대화를 통해 공감대를 형성하거나 두뇌를 복제하여 자의식을 갖는 인공지능에 대한 이야기는 아직 SF영화 속의 이야기라고 치부해 왔는데, 최근에 빌 게이츠나 스티븐 호킹과 같은 사회 지도층 인사들이 약속이나 한 듯이 일제히 인공지능에 대한 우려를 표명하고 있다. 한걸음 더 나아가 미래학자 레이 커즈와일의 경우에는 2045년이면 기계의 지능이 인간의 지능을 뛰어넘는 특이점(singularity)에 도달한다고까지 경고하고 있다. 과연 현실속의 인공지능은 어느 정도 수준일까.

현 시점에서 최고의 인공지능이라고 하면 구글의 알파고를 떠올릴 것이다. 바둑을 인간 최고수보다 더 잘 두는 프로그램이니 확실히 대단한 인공지능인 것만은 틀림없지만, 일부에서 말하는 것처럼 스스로 학습하여 바둑최고수가 된 것이라고 할 수는 없다. 바둑에서 다음 수를 결정하는 몬테카를로 트리탐색(Monte Carlo Tree Search)을 사용하는 프로그램이란 점에서는 기존 바둑프로그램과 다를 바 없다. 단, 바둑은 다음 수의 경우의 수가 너무 많아서 모두 계산할 수 없기 때문에, 이를 줄이기 위하여 알파고는 착수할 경우의 수를 줄이는 함수와 각 수의 승패를 계산하는 함수를 각각 정책망과 가치망이란 이름의 신경망(neural network)으로 설계하고 많은 양의 기보로부터 딥러닝(deep learning)을 통해 이의 최적값을 구하는 방법을 사용했다. 여기에 기존 기보이외에도 가상의 게임을 반복하면서 얻은 새로운 기보 데이터까지 활용하는 심층강화학습(deep reinforcement learning)이란 방법도 사용했지만, 결국 바둑게임의 과정을 프로그램화한 소프트웨어라고 할 수 있다.

이 이외에도 구글의 자율주행차나 애플의 비서 소프트웨어인 시리, 또 퀴즈대회에 나가서 인간챔피언을 이긴 IBM의 왓슨 등이 현 시점을 대표하는 인공지능 시스템이라고 할 수 있겠다. 이런 소프트웨어가 공포로 다가오는 이유는 뭘까. 이제까지 놀랄 만한 결과를 내서 성공했던 인공지능은 모두 적절히 만들어진 소프트웨어와 이를 빠르게 실행시키는 컴퓨터였음을 이해한다면 무지가 가져온 불필요한 혼란이라 하겠다. 먼저 왜 이런 혼란이 일어나는지를 인공지능의 정의와 핵심기술로부터 알아보자.

2. 인공지능의 핵심기술

인공지능은 한마디로 정의하기 어렵다. 지능이란 것 자체가 모호하기 때문에 이를 인공적으로 재현한다는 것이 쉽지 않다. 일반적으로 지능은 외부를 인식하고 추론하며 적응하는 능력이라고 보는데, 인간조차 어떻게 그런 기능을 하는지 명확히 모르는 상태에서 전통적인 환원주의(reductionism)에 입각한 과학적 방법으로는 구현이 어렵기 때문이다. 따라서 이제까지 기계가 지능을 갖고 있는지를 판별하기 위해서는 그 내부의 진위를 따져서가 아니라 결과로 나온 행위가 인간과 구분이 될 수 없을 정도 인지를 검사하는 튜링테스트(Turing test)가 제시된 이유이기도 하다.

이제까지 인공지능을 구현하는 기술은 수없이 많이 시도되었지만 방법의 합리성 보다는 그 결과를 접하는 인간이 어떻게 판단하는가에 따라서 평가된다. 이렇게 만든 인공지능이 인간처럼 생각하고 감정을 가지며 심지어 자의식이 있는 것처럼 판단된다면 그때 사용된 기술은 강한 인공지능이라고 할 수 있고, 인간의 사고나 창의력까지는 아니지만 특정 문제를 인간처럼 해결한다면 그때 사용한 기술은 약한 인공지능이라고 할 수 있다. 문제는 그 둘에서 사용된 기술이 다르다고 볼 수 없다는 것이다. 사실 인간도 상대방이 지능이 있는지는 외부에서 보이는 행태로 판별하는 것이지, 그 사람이 실제 지능이 있는지는 모른다는 철학적인 문제가 있다.

이와 같은 인간의 지적 기능을 구현하는 기술은 크게 지식기반 방법론과 데이터기반 방법론으로 대별될 수 있다. 1956년 다투머스 회의에서 인공지능이란 용어가 만들어진 이후로 먼저 시도된 방법은 인식, 추론, 학습과 같은 지적 기능을 모방하기 위해선 이를 보유하고 있는 사람이 해당 영역의 지식을 기호로 표현하여 저장하고, 이를 논리적인 규칙에 입각해서 처리하며 적절히 변경하는 학습을 통해서 문제를 지능적으로 해결하고자 시도한 전자의 방법이였다. 지금도 전문가 시스템이나 논리/탐색기반 문제해결 방법과 같은 형식으로 널리 사용되고 있다.

반면에 데이터기반 방법론은 최근에 기계학습(machine learning)이나 데이터마이닝(data mining)이란 이름으로 널리 사용되고 있는데, 해당 문제의 사례를 데이터로 제공하고 이로부터 연역적으로 지식을 추출하여 문제를 해결하는 것이다. 데이터로부터 연역적으로 모형을 구축하는 것은 전통적인 통계나 확률로 오래 전부터 시도하던 방식이기 때문에 기계학습의 많은 방법들이 이에 기반한 것이 많은데, 통계적인 가정이나 제약을 극복하기 위하여 신경망과 같은 다소 융통성 있는 방법이 시도되고 있다.

물론 이 이외에도 지능이나 의식의 본질을 뇌신경과학이나 인지과학의 범주에서 탐구하는 시도도 있고, 새로운 패러다임으로 양자컴퓨팅(quantum computing)이나 인공생명(artificial life)으로 인공지능을 구현하려는 연구도 있다. 특히 기기의 발전에 힘입어 뇌영상을 고도로 세밀하게 촬영할 수 있게 되면서 뇌과학적으로 두뇌의 기능을 이해하려는 시도도 있으나, 실용적으로나 산업적으로 활용할 수 있는 인공지능이 되기까지는 아직 오랜 시간 기다림이 필요하다. 이런 관점에서 이제까지 성공적인 인공지능 기술을 정리해보면 다음과 같이 크게 세 가지를 들 수 있다.

첫째는 문제를 해결 공간상에 표현하고 초기점에서부터 해답을 찾아가는 탐색기술

이다. 이는 알파고의 인공지능을 구성하는 기본 구조이기도 한데, 무한에 가까운 방대한 공간에서 체계적인 방법으로 해답을 찾는 것이다. 이를 위해서는 해결하고자 하는 문제를 정형화된 공간상에 표현하는 것과 불필요한 탐색을 최소화 하면서 적절한 시간내에 해답을 찾아내는 것이 필요하다. 이 기술은 단순히 게임에서만 유효한 것이 아니라, 복잡한 변수가 포함된 문제에서 의사결정을 하는 일반적인 문제에 적용될 수 있다. 예를 들면, 다양한 조건에서 환자의 상태와 의학적 지식의 공간상에서 최적의 치료방법을 찾는 것이나, 방대한 법률문서와 판례 상에서 최선의 판단을 내리는 등의 문제에 사용될 수 있다.

둘째는 문제를 해결하는데 필요한 지식과 규칙을 적절하게 표현하고 이들의 추론을 통해서 결과를 도출하는 규칙기반 시스템이다. 이는 전통적인 전문가 시스템을 구현하는 핵심적인 방법으로서, 복잡한 문제도 논리적인 추론과 계획으로 설명이 가능한 결과를 만들어 내는 방법이다. 이를 위해서는 해당 분야의 도메인 지식을 효과적으로 추출하는 것이 필수적인데 일반적으로 매우 어려운 문제이다. 특히 특정 분야의 전문가를 모방하는 시스템은 상대적으로 쉽게 구현할 수 있는데 비해, 소위 상식이라고 알려진 보편적인 지식에 대해서는 처리가 어렵다는 인식이 있었는데, 최근에 이를 해결하는 기술이 실증적으로 시도되면서 심층 Q&A를 수행하는 IBM 왓슨이 완성되기도 하였다. 이 시스템은 저퍼디(Jeopardy!)라는 미국 퀴즈쇼에 나가서 인간 챔피언을 이긴 것으로 유명해졌고, 현재는 암진단과 같은 의료분야에서 활용되고 있다.

셋째는 신경망으로 널리 알려진 기계학습 기술이다. 문제의 사례로부터 주어진 입력에 대한 적절한 출력을 자동으로 결정할 수 있는 방법으로 인공지능 연구의 초기부터 다양한 기법이 시도되어 영상이나 음성인식과 같은 패턴인식의 문제에 널리 사용되고 있다. 그 중에서도 인간의 두뇌를 이루는 기본구조인 뉴런(neuron)을 모방한 신경단위를 대규모로 연결하여 문제를 해결하는 신경망은 모형의 형태를 가정할 필요가 없어서 쉽게 사용할 수 있는 장점이 있다. 사실 두뇌를 모방하여 자동 학습된다는 식으로 표현되는 경우가 많지만, 실제로는 입력값에 가중치를 매겨서 모두 더한 후 비선형 함수를 통해 출력하는 단순한 계산단위를 대규모로 연결한 것이기 때문에 일반인의 기대와는 사뭇 다르다. 즉, 이런 식으로 구성하고 주어진 데이터에 대한 입출력 관계를 표현하는 가중치만 구한다면 문제를 해결하는 것이고, 이를 자동으로 하는 학습방법이 존재한다는 정도이다. 최근에는 노드간의 연결을 상당히 여러 개의 층으로 표현하고 많은 양의 데이터로부터 관계를 학습할 수 있는 딥러닝이 좀더 실용적인 패턴인식의 문제를 해결해줄 것으로 기대하고 있다. 이번 알파고는 12개의 층을 사용했는데 최근 가장 진보한 딥러닝 방법은 150개가 넘는 층을 사용하기도 한다. 물론 신경망의 층이 많아지면 좀더 복잡한 입출력의 관계를 표현할 수는 있지만, 이의 선형적인 진보로 자의식까지 갖춘 인공지능이 실현되리라곤 기대하기 어렵다.

그럼 이 세 방법을 적절히 선택하여 문제를 해결하면 될까. 실제로 최근의 성공적인 인공지능 시스템을 보면 이 중 어떤 한 기술을 사용했다기보다는 문제의 해결방안을 구조화하고, 여러 가지 기술을 복합적으로 활용하여 솔루션 아키텍처를 구성하는

식이 일반적이다. 앞서 소개한 알파고의 경우에도 전체 구조는 탐색기술을 따르지만 세부적으로 탐색의 가짓수를 줄이는데 신경망기술을 사용하였다. 또, IBM 왓슨의 경우에도 상식수준의 방대한 지식을 체계적으로 표현하는 규칙기반 시스템을 기반으로 정답의 가설을 만들고 이를 효과적으로 줄이는 과정에서 기계학습 방법을 사용하는 등 수백 가지의 인공지능 알고리즘을 복합적으로 사용하였다.

3. 인공지능의 활용방안

세계경제포럼에서는 3차 산업혁명을 기반으로 한 디지털과 물리계, 바이오산업 등의 경계를 융합하는 기술 혁명으로 4차 산업혁명을 정의하고 있다. 4차 산업혁명은 디지털혁명이라는 3차 산업혁명의 기반 위에서 디지털과 바이오 기술 사이의 융합이 핵심이 될 것이다. 이는 다음 그림과 같이 IoT를 기반으로 물리 세계와 사이버 세계가 연결된 공간에서 쏟아지는 빅데이터를 지능적으로 처리하는 인공지능 소프트웨어가 클라우드 컴퓨팅으로 대변되는 고성능 컴퓨팅 자원의 힘을 빌어 제조업과 인간사회에 대대적인 변화를 야기할 것이다. 인공지능이 필요에 따라 상황을 해석해가며 스스로 자동 갱신하여 새로운 차원의 산업혁명이 가능하게 된다는 것이다.

이러한 인공지능 기술을 산업계와 사회에서 어떻게 활용하는 것이 바람직할까. 이에 대해서는 크게 단기, 중기, 장기로 생각해볼 수 있다. 먼저 단기적으로는 원래 인간이 잘 하지 못하는 문제, 즉 많은 양의 데이터를 분석해 결론을 내리거나 판단하는 문제에 지치지 않고 편견이 없는 인공지능 기술을 적극적으로 활용하는 것이다. 예를 들면, 의학 분야의 치료, 법률상담, 기후예측, 교통제어, 금융투자 등에서 인간의 의사 결정을 돕는 방향으로 활용할 수 있을 것이다. 이때 생명이나 재산과 같은 민감한 사안이 걸린 문제에서 지나치게 의존하지 않도록 하는 장치를 마련하는 것이 필요할 것이다.

중기적으로는 출산을 저하와 고령화에 따른 생산가능 인구의 감소문제를 해결하는 생산성 향상의 도구로 활용하는 것이다. 일각에서는 인공지능으로 인한 일자리 감소 문제를 심각하게 고민하고 있지만, 사실 그 이전에 이미 현대사회에 만연해 있는 노동인구나 사회복지인구의 부족이 더 심각한 현실이다. 새로운 일자리를 창출하기 위한 기존 인력의 재교육과 더불어, 부족한 노동력을 인공지능의 자동화로 해결할 가능성에 주목할 필요가 있다. 이로 인해 줄어든 노동시간과 고용구조의 변화, 그리고 인공지능으로 대체 불가능한 분야의 노동가치 상승은 여가시간을 증대시켜 새로운 라이프 스타일을 가능케 할 것이다.

장기적으로는 핵가족화, 일인가족화에 따른 고독감이나 소외감과 같은 사회문제를 해결하는 동반자로 활용하는 것이다. 이미 일본이나 구미 선진국에서는 실버세대의 심리적 안정을 위해 인공지능이 탑재된 로봇을 개발하고 있다. 효율성이나 생산성을 넘어서서 인간과 교감하면서 인류에게 도움을 주는 방향으로 활용하자는 것이다. 인

간화된 지능기술을 적극적으로 활용하여 가상비서나 가상벗과 같은 인공지능 시스템이 사회의 구성원이 되어 건전한 사회를 형성하는 동반자가 될 것이라 기대된다. 결국 편의성과 효율성 증대를 통하여 인간 삶의 질을 높이는 데 일조할 것이다.

4. 맺는 말

최근 불고 있는 인공지능의 열풍에 냉소적인 사람도 있는 듯하다. 혹자는 인터넷 상의 번역프로그램의 한심한 번역에 실망하여 인공지능의 가능성 자체를 부정하기도 한다. 보통 인간이 쉽게 하는 상식적인 대처나 행동에는 많은 계산이 필요하고, 인간이 하기 어렵다는 복잡한 추론이나 의사결정은 상대적으로 적은 계산으로 가능하다는 모라벡의 역설(Moravec's paradox)에 주목할 필요가 있다. 인간이 진화과정에서 오랜 시간 걸려 습득한 것은 무의식적으로 별다른 노력없이 할 수 있지만 인공적으로 구현하기는 어렵다는 것이다. 바둑과 같은 게임은 인간의 진화과정에서 보면 상대적으로 최근에 습득한 기능이기에 때문에 비교적 쉽게 구현했지만, 오히려 인간은 쉽게 하는 얼굴인식이나 의도파악, 목표설정과 같은 기능은 인공적으로 구현하기 어렵다. 언어가 인간의 진화과정에서 꽤 오래 걸려 습득한 기능임을 환기한다면 왜 인공지능 번역프로그램이 아직 만족스럽지 못한지 이해할 수 있을 것이다.

이와 같은 어려움을 극복하려고 인공지능을 실현하기 위한 수많은 방법들이 고안되어, 일부는 인간수준에 육박하는 것도 있고 일부는 여전히 장난감 문제에서 시험 중인 것도 있다. 다만 최근 하드웨어와 빅데이터의 괄목할만한 발전에 힘입어 인공지능 기술의 발전도 가속화되리라는 건 쉽게 생각할 수 있다. 앞으로도 이러한 발전으로 우리의 일상생활과 산업분야 깊숙이 인공지능이 침투하여 궁극적으로는 현재 인간이 수행하는 많은 일과 직업을 대체하게 될 것이다. 자동화가 인간의 직업을 대체하는 건 18세기 산업혁명 이후 꾸준히 진행된 일이다. 지금 객관식 시험 답안을 채점하고 주차관리를 하는 것도 모두 인공지능이다. 그래서 우리는 인공지능에게 위협을 당하는가? 어차피 인공지능도 결국 인간이 만든 도구에 불과하다. 그 도구를 어떻게 사용할 것인지에 대해서는 보다 심도있는 논의가 필요하지만, 지금 우선 해야 할 일은 인간의 삶이 더욱 행복하고 풍요롭게 되기 위해서 보다 강력한 인공지능 기술을 만들어 내는 것이라 생각한다.

하지만 인공지능 기술은 단시일 내에 기술적/사업적인 성과를 올리기 어렵기 때문에, 장기적으로 체계적인 지원과 노력이 지속되어야 하는 분야이다. 최근에 발표되고 있는 인공지능 기술의 성공사례로부터 기업과 정부에서도 관심을 갖고 투자를 계획하고 있는데, 이것이 단발적인 해프닝으로 끝나지 않기 위해서는 중장기적인 관점에서 인력을 양성하고 지속적인 지원을 할 필요가 있다. 인공지능에 대한 사회적 공감대를 바탕으로 우수한 인재들이 아이디어를 내고 지능 서비스를 출시하여 글로벌 경쟁을 하면서 새로운 부가가치를 창출하는데 인공지능 기술이 지렛대 역할을 할 것이다. 인공지능과 공생하게 될 미래는 생각보다 가까이 있으며, 막연한 공포감 보다는 인간에

게 편의를 제공하는 벚으로 인식하는 계기가 되었으면 한다.