

브레인 이미테이션

브레인 이미테이션

© 2019. 이주완 All Rights Reserved.

1쇄 발행 2019년 8월 22일

지은이 이주완
펴낸이 장성두
펴낸곳 주식회사 제이펍

출판신고 2009년 11월 10일 제406-2009-000087호
주소 경기도 파주시 화동길 159 3층 3-B호
전화 070-8201-9010 / 팩스 02-6280-0405
홈페이지 www.jpub.kr / 원고투고 jeipub@gmail.com
독자문의 readers.jpub@gmail.com / 교재문의 jeipubmarketer@gmail.com

편집부 이종무, 이민숙, 최병찬, 이 슬, 이주원 / 소통·기획팀 민지환, 송찬수 / 회계팀 김유미
교정·교열 안종균 / 진행 이종무 / 표지디자인 미디어픽스 / 내지디자인 한지혜
용지 에스에이치페이퍼 / 인쇄 한승인쇄 / 제본 광우제책사

ISBN 979-11-88621-67-5 (03000)
값 18,000원

- ※ 이 책은 저작권법에 따라 보호를 받는 저작물이므로 무단 전재와 무단 복제를 금지하며,
이 책 내용의 전부 또는 일부를 이용하려면 반드시 저작권자와 제이펍의 서면동의를 받아야 합니다.
- ※ 잘못된 책은 구입하신 서점에서 바꾸어 드립니다.

제이펍은 독자 여러분의 아이디어와 원고 투고를 기다리고 있습니다. 책으로 펴내고자 하는 아이디어나 원고가 있는 분께서는 책의 간단한 개요와 차례, 구성과 저(역)자 약력 등을 메일로 보내주세요.

jeipub@gmail.com



브레인 이미테이션

이주완 지음

같은 연결을 만들어나가는 아내에게 ...

프롤로그	viii
추천사	xiii
베타리더 후기	xvii

CHAPTER 1	기계적 인간	1
	새로운 시작	2
	용어 이해하기	13
	인공지능	13
	머신러닝	14
	뉴럴넷, 딥러닝	21
	뉴럴넷 세계의 장애물	25
CHAPTER 2	두뇌학 개론	27
	뉴런	28
	뉴런의 모임, 두뇌	32
	두뇌의 구조	38
	두뇌 속으로	49
	두뇌 안의 연결	58
CHAPTER 3	두뇌와 기계에 대한 고정관념	63
	10%만을 사용하는 두뇌	64
	뉴런, 시냅스의 수와 지능의 상관관계	69
	뉴런의 전문성	78

CHAPTER 4	두뇌와 기계의 학습법	83
	학습하는 두뇌	86
	뉴런 간 연결의 생성 및 강화	87
	피복(미엘린)의 강화	89
	산수를 품은 뉴런	92
	심리학을 품은 기계	100
	강화 이론(행동주의)	100
	강화학습	107
	평생 학습	113
CHAPTER 5	두뇌와 기계의 인지법	119
	의미적 인지	124
	시각적 인지	131
	청각적 인지	140
CHAPTER 6	두뇌와 기계의 기억법	149
	단기 기억	161
	효율적 기억	167
	장기 기억	173

CHAPTER 7	사람을 향해	179
	직관적인 세계의 이해	181
	심리적·도덕적 이해	185
	학습의 노하우	188
	에필로그	194
	찾아보기	199

구글 딥마인드에서 만든 인공지능 알파고(AlphaGo)와 대한민국 바둑 천재 이세돌 9단과의 바둑 대결을 기억할 것이다. 누구나 알고 있는 바와 같이 이 대국에서는 많은 사람의 예상을 깨고 이세돌 9단이 알파고에게 1:4로 패배했다. 바둑은 장기나 체스와 비교되지 않을 정도로 경우의 수가 무궁무진하고 치밀한 계산은 물론, 직관과 통찰력이 필요한 종목이기 때문에 이세돌 9단이 패배할 것이라 생각하는 사람은 거의 없었다. 그중 어떤 사람은 관련 분야에 종사하고 있는 필자에게 승패 여부를 넌지시 묻기도 했는데, 필자가 “이세돌 9단이 패배할 것 같다”라 말하자 콧방귀를 뀌면서 설마 하는 반응을 보였다. 하지만 막상 의외의 결과가 나오자, 이제까지의 태도를 바꿔 이세돌 9단을 인공지능을 한 번이라도 이긴 마지막 인류라며 칭송하기 시작했다. 사람들이 이러한 태도를 보이는 이유는 실제로 이 대국 이후 그 누구도 알파고를 이기지 못한 것을 감안했을 때 이세돌 9단을 이긴 인공지능에 일종의 경외를 느꼈기 때문이 아닐까? 사람들은 이 사건을 계기로 인공지능이 가진 무서운 잠재력에 주목하

기 시작했다. 마치 우리 주위에 없던 것들이 알파고 이후에 갑자기 나타난 것처럼...

알파고와 같은 인공지능이 어떻게 탄생했는지에 대한 질문도 자연스럽게 제기되기 시작했다. 인공지능을 개발하는 데에는 여러 가지 방법이 있지만, 요즘 인공지능의 개발 방법이자 더 나아가 인공지능을 대표하는 것은 머신러닝(Machine Learning, 기계 학습)과 뉴럴 네트워크(Neural Network, 이하 '뉴럴넷')다. 요즘의 트렌드에 비춰 보면 인공지능, 머신러닝, 뉴럴넷은 동의어처럼 쓰일 정도다. 필자가 머신러닝을 처음 접한 건 2009년 대학 재학 당시 다양한 음성과 음향 신호를 처리하는 시스템 수업에서였다. 이미 머신러닝은 음성 인식, 음성 합성(ARS처럼 사람의 목소리로 글을 읽어 주는 기술), 음악 검색을 통해 우리의 삶 속에 깊이 들어와 있었다. 다시 말하면, 이미 널리 사용되고 있었지만 정확한 개념이 알려지지 않아 생소하게 다가왔을 뿐이다.

이런 낮은 인지도는 비단 일반인에게만 국한된 것은 아니었다. 국내 공과 대학에서도 인기가 있거나 많이 다루는 수업 주제는 결코 아니었다. 간혹 수업이 개설되더라도 고학년이나 대학원생 몇 명 정도밖에 듣지 않는 인기 없는 선택 과목에 불과했다. 국내 학계 역시 관심이 많지 않아서 변변한 관련 학회조차 없었다. 하지만 해외에서는 2000년도 초반부터 많은 관련 학회가 있었고, 구글의 경우에는 이 분야의 잠재력을 미리 알고 2001년부터 33조 원이 넘는 금액을 투자했다. 그만큼 해외에서는 국내보다 빠르게 연구 개발을 진행했고, 그 덕분에 우리가 모르는 사이에 머신러닝, 더 나아가 뉴럴넷이 삶 속에 깊숙이

들어올 수 있었던 것이다.

외국에서는 머신러닝과 뉴럴넷이 이미 오래전부터 주목을 받았기 때문에 관련 분야에 종사하는 인력도 많고, 이와 관련된 학습 자료도 많다. 따라서 비전공자들도 관련 도서, 인터넷 또는 인맥을 이용해 이 분야에 비교적 쉽게 접근할 수 있다. 반면, 뒤늦게 이 분야에 관심을 갖게 된 우리나라에서는 관련 전공자도 별로 없을 뿐 아니라 그나마 있는 전공자들도 이미지 처리 및 컴퓨터 비전 분야에 편중돼 있다. 관련 도서 및 자료 또한 많이 부족해 전공자들이 영어로 된 해외 전공 서적으로 공부해야 할 뿐 아니라 비전공자들의 입문이 크게 제한돼 있어 머신러닝/뉴럴넷은 진입 장벽이 무척 높은 분야로 인식돼 있다.

그런데 이러한 진입 장벽을 그대로 놓아두기에는 머신러닝과 뉴럴넷의 발전 속도가 놀라울 정도로 빠르다. 요즘 지구상에 존재하는 거의 모든 분야에 이들이 만병통치약처럼 적용되고 있기 때문이다. 음성 인식, ARS에서 시작해 보안, 금융, 콘텐츠 추천, 검색, 광고, 자율 주행 등 수없이 많은 분야에 적용돼 차라리 적용되지 않은 분야를 찾는 것이 더 쉬울 정도다. 본인의 일과는 상관 없으니 머신러닝과 뉴럴넷을 그저 바둑을 잘 두거나 사람을 도와주는 친근한 존재 정도로 생각하고 넘어가는 것이 좋을까, 아니면 적극적으로 공부하는 것이 좋을까?

아주 오래전부터 외딴 섬에서 자유롭게 살다가 17세기에 이르러 인간을 처음으로 마주한 동물이 있다. 이 동물은 인간이라는 위험한 동물을 제대로 알지

못하고 마냥 친근하게 대했다. 이 때문에 좋은 식용이나 오락용으로 이용됐다. 이 동물은 바로 지금은 멸종돼 흔적도 없이 사라진 ‘도도새’다. 이와 비슷한 얘기는 우리 역사에서도 존재한다. 1866년 조선은 프랑스산 철갑선과 대포라는 새로운 문물을 접하게 되는데, 이는 기록에도 남아 있는 바와 같이 ‘매우 낯설고 놀라운 물건’이었다. 하지만 놀란 것도 잠시, 용맹한 조선군은 열세를 딛고 기습 공격을 감행해 프랑스군을 멀리 쫓아낸다. 위기를 넘긴 조선은 새로운 문물을 습득하려고 하지 않은 채 더더욱 문을 걸어 잠갔고, 이에 대한 결과는 누구나 아는 바와 같이 혹독했다.

도도새는 새로운 것을 마냥 따르다가 멸종됐고, 조선은 새로운 것을 마냥 배척하다가 결국 외침으로 인해 멸망했다. 도도새와 조선에는 한 가지 공통점이 있다. 그것은 바로 새로운 것에 대한 학습이 부족했다는 것이다. 새로운 변화가 일어날 때는 좋은 것은 취하고 나쁜 것은 버리기 위해 노력해야 하며, 이를 적극적으로 학습할 준비가 돼 있어야 한다. 그렇다면 요즘 가장 눈에 띄는 변화의 흐름은 무엇일까? 이러한 변화의 중심에 4차 산업혁명의 핵심인 머신러닝과 뉴럴넷이 존재한다는 사실은 그 누구도 부인하기 어려울 것이다. 변화의 핵심인 이들을 모른 척하고 살아가면 우리가 바로 21세기의 도도새가 될지도 모른다. 필자는 시간이 흘러 미래에도 머신러닝과 뉴럴넷이 득세한다면 다음 세대의 새로운 필수 과목이 되리라 생각한다. 마치 요즘 초등학생이 학교에서 자연스럽게 프로그래밍을 배우고 대학교까지 프로그래밍 수업이 점차 의무화 되는 것처럼...

따라서 이 책에서는 미래를 위한 필수 교양인 머신러닝과 뉴럴넷에 쉽게 접근해 보고자 한다. 이들에 친근하게 접근하는 방법 중 하나는 뉴럴넷의 기원인 우리의 뇌를 통해 이해하는 것이다. 뉴럴넷의 설계 원리는 인간 뇌의 원리를 모사하는 것으로, 한마디로 ‘인간의 뇌 흉내 내기’다. 이 책의 제목인 ‘브레인 이미테이션(Brain Imitation)’은 바로 이러한 뇌와 뉴럴넷의 평행 이론을 표현한 것이다. 필자는 이러한 접근을 통해 머신러닝, 뉴럴넷뿐 아니라 우리 자신에 대한 이해도 함께 높일 수 있을 것이라 확신한다. 지금부터 미래를 위한 지평을 넓혀 보자.

추천사

인공지능, 머신러닝, 뉴럴넷. 어디에서나 한번쯤은 접해 보았을 요즘 화제의 키워드다. 하지만 그 의미에 대해 명확히 이해하는 사람은 아직 많지 않을 것이다. 인공지능 시대의 도래를 실감하고 관련 전문 서적으로 공부하려 해도, 대부분 난해하고 추상적인 설명으로 도저히 엄두가 나지 않거나 첫 장부터 이해하기 쉽지 않았을 것이다. 그렇다면 이 《브레인 이미테이션》을 읽어볼 것을 추천한다. 책을 열고 마지막 페이지까지 도달하는 데 오랜 시간이 걸리지도 않으며, 인터넷을 검색하거나 전문 서적과 함께 뒤적이며 볼 필요도 없다. 《브레인 이미테이션》은 단언컨대 정말 쉽고 깔끔하게 쓰인 ‘인공지능 입문’ 교양서다. 무엇보다도 재미있다!

책 제목과 같이 인공지능의 궁극적인 지향점은 우리의 뇌를 모사하는 것이다. 《브레인 이미테이션》은 사람과 뇌에 대한 깊은 관심에서 출발해서 인공지능 기술을 복잡한 수식 없이 명쾌하게 설명한다. 전문적인 학술 내용도 풍부하며, 흥미로운 예시와 적절하게 조화되어 누구나 쉽게 읽을 수 있다고 확신한

다. 인공지능에 입문하고 싶어도 어디서부터 시작해야 할지 막막하거나, 헛하다고 소문난 인공지능, 머신러닝, 뉴럴넷이 무엇인지 명쾌하게 이해하고 싶은 모든 분은 이 책으로 시작하기 바란다. 《브레인 이미테이션》을 읽고 나면 그동안 모호하게 알고 있던 개념을 깔끔하게 정리할 수 있을 것이다. 그리고 바야흐로 인공지능 시대를 맞이하여 어떠한 준비를 해야 하는지 생각해 볼 수 있을 것이다.

- 서울대 전기정보공학부 조교수, 이재상

인공지능과 머신러닝, 그중 뉴럴 네트워크와 딥러닝에 대한 관심이 높다. 뉴럴넷이 인간의 뇌를 본떠 만들었다는 것은 널리 알려진 사실이지만, 딥러닝이 어떻게 동작하는지에 앞서 그 기원에 대해 이렇게 쉽게 풀어 설명해 주는 책은 기존에 없었다. 이 책은 인간의 뇌는 어떻게 디자인되어 있고, 학습은 어떻게 이루어지는지에 대한 설명에서 시작한다. 그리고 어떤 부분이 기계에 구현되었는지와 그러한 인간과 기계의 한계에 대해 체계적으로 비교하여 설명한다. 딥러닝에 입문하는 분에게 큰 그림을 이해할 수 있는 좋은 교양서적일 뿐 아니라, 이미 딥러닝을 잘 아는 분에게도 재미있는 서적이 되리라 확신한다. 많은 예제와 재치 있는 문체 덕에 지루할 틈이 없었으며, 박식한 친구가 들려주는 이야기를 경청하듯이 앉은 자리에서 바로 완독했다.

- 페이스북 머신러닝 엔지니어, 장명하

이 책은 인공지능에 대한 사전 지식이 없어도 머신러닝과 뉴럴넷의 개념, 기초 지식을 부담 없이 이해할 수 있도록 구성되었다. 특히, 자칫 지루할 수 있는 머신러닝의 복잡한 개념을 일상생활에서 경험할 수 있는 다양한 예제를 통해 설명하였으며, 뉴럴넷의 작용 원리를 뇌과학의 실험을 통해 흥미롭게 설명하는 부분이 인상적이었다. 평소 인공지능의 실체에 관해 관심이 높은 모든 사람에게 이 책을 추천한다.

- Lunit 공동창업자겸 UNIST 경영공학부 겸임교수, 박승균

뇌과학과 수학이 만나는 지점에서 탄생한 딥러닝에 관해 양쪽 분야 모두에 해박한 지식을 가진 저자가 맛깔 나는 입담으로 설명해 주는 보석 같은 책이다. 저자의 친절한 설명 덕분에 뇌과학이나 머신러닝에 대한 배경지식이 없이도 재미있게 읽을 수 있다. 이 책을 즐거운 마음으로 읽다 보면 자연스럽게 딥러닝에 관해 깊게 이해할 수 있을 것이다.

- 쉐콤 AI Research Korea 선임연구원, 장혜진

근래의 핵심기술로 자리 잡은 인공지능은 개발자부터 기획, 마케터까지 꼭 필요한 지식이다. 모든 사람이 쉽게 읽을 수 있으면서도 인공지능 전반을 이해할 수 있는 책이 나온 것 같아서 너무 기분 좋게 생각한다. 게다가 뇌과학을 통한 적절한 설명 덕분에 읽는 동안 시간 가는 줄 몰랐다. 인공지능에 관심 있는 모든 이들에게 최고의 입문서로 자리 잡을 것으로 확신한다.

- 데이블 대표이사 이채현

베타리더 후기

김지훈(삼성SDS)

인공지능의 모델이 되는 뇌에 대해 상세히 알려줍니다. 특히, 두뇌와 기계를 비교하는 부분을 기술적 관점보다는 이해하기 쉬운 사례를 통해 풀어냈습니다. 그리고 저자의 재치 있는 예시는 초보자들도 부담 없이 완독할 수 있습니다. 인공지능에 관심이 있다면 꼭 봐야 할 입문서라고 생각합니다.

김진영(아놀자)

인공지능, 머신러닝, 그리고 딥러닝은 IT 분야의 뜨거운 관심사 중 하나일 것입니다. 하지만 내용이 무척 어렵고 내용도 낯설어서 공부를 다짐하는 것도 쉽지 않습니다. 사실 해당 기술들은 공부하는 데 꽤 어려운 부분이 있습니다. 하지만 이 책을 읽어보니 낯선 영역에 대한 두려움도 가시고, 실제 학습에도 적잖은 도움이 되는 것 같습니다.

 송근(네이버)

책의 첫 장부터 기술 도서라기보다는 마케팅 도서처럼 다양한 예시와 함께 이야기를 풀어나가는 점이 인상적이었습니다. 그리고 수학적 공식이 없어서 부담 없이 읽을 수 있어 좋았습니다. 인공지능에 좀 더 가까이 다가서고 싶고 조금 더 알고 싶은 모든 분께 이 책을 추천합니다.

 송현(규슈대학 대학원)

책의 제목에서도 알 수 있듯이, 인공지능에 관한 이야기와 뇌에 관한 내용이 주를 이루고 있습니다. 전문적이면서 자세하게 설명되어 있지만, 기초 지식이 없는 독자들도 충분히 읽을 수 있게끔 재미있고 예시를 통한 설명이 많습니다. 또한, 뇌와 인공지능의 발달 과정을 연결해 설명하기 때문에 현재 나와 있는 모델들을 더 잘 이해할 수 있게 되었으며, 아직 시도되지 않은 다양한 방법이 있음을 알게 되었습니다.

 신성기(투비소프트)

처음에 책 이름에 끌렸습니다. 딥러닝을 공부하면서도 ‘과연 우리의 뇌가 진짜 이럴까?’, ‘우리가 하는 것이 우리의 뇌를 제대로 모방하는 게 맞아?’라는 생각을 많이 했습니다. 물론 제프리 힌튼도 정확한 답을 주지는 못했지만, 조금 더 비슷하다고 생각하는 캡슐넷을 발표했습니다. 딥러닝의 관점에서 우리가 ‘브레인 이미테이션’을 어떻게 하는지 궁금해하는 분들에게 추천합니다.

 이호준(유라코퍼레이션)

머신러닝, 딥러닝 등 인공지능에 대해 감을 잡고 싶다면 이 책을 추천합니다. 흥미로운 비유나 사례를 통해 이야기가 진행되기 때문에 읽는 내내 지루하지 않습니다. 독자의 이해를 위한 저자의 노력이 이곳저곳에서 많이 느껴지는 따뜻한 책입니다. 벌써부터 저자의 다음 책이 기대됩니다. 이 책은 처음 인공지능에 흥미를 갖는 분들께 좋은 입문서가 될 것입니다.



제이덱은 책에 대한 애정과 기술에 대한 열정이 뜨거운 베타리더들로 하여금
출간되는 모든 서적에 사전 검증을 시행하고 있습니다.

CHAPTER

1

기계적 인간



인류는 전혀 위태롭지 않다.
구태의연한 사고, 과거의 단순화된 사고들이 위태로울 뿐이며, 그것은 잘못된 것이다.
인간과 컴퓨터는 훌륭한 팀을 이뤄가고 있다.

〈Our Machines, Ourselves〉
- 〈Harper's Magazine〉 중에서

: 새로운 시작

1963년 어느 날, 고등학생인 16세 청년 ‘딕’ 포스버리(Richard Douglas ‘Dick’ Fosbury)는 높이뛰기 선수 선발전에서 152cm를 넘지 못해 탈락하고 말았다. 그는 스스로 소질이 없다고 자책하면서 깊은 좌절에 빠졌다. 그는 높이뛰기 선수로서 갖추어야 할 기본 자질인 탄력과 순발력이 부족했기 때문에 어찌 보면 당연한 결과였는지도 모른다. 하지만 그의 고민은 우연한 기회에 해결됐다.

어느 날 그는 체조 경기를 보게 됐다. 그 당시 모든 높이뛰기 선수들은 배가 아래로 향한 상태에서 앞으로 뛰었는데, 체조 선수들은 배가 하늘로 향한 상태에서 공중제비를 하고 있었다. 그의 머릿속에 재미있는 생각이 스쳐 지나갔다. ‘높이뛰기에서 왜 굳이 배가 아래로 향한 상태에서 뛰어야 할까? 체조 선수처럼 배가 하늘로 향한 상태에서 뛰면 안 될까?’

그는 곧바로 체육관으로 달려가 이 방법(배면뛰기)을 시도했다. 체조 종목의 기술이 높이뛰기라는 전혀 다른 종목에 녹아든 것이다.

새로운 시도에서 가능성을 발견한 포스버리는 지속적인 연습을 통해 최적의 각도 및 거리의 조합을 찾아냈다. 그는 202cm를 넘어 교내 신기록을 갈아치우고, 이듬해인 3학년 때는 212cm로 주(州) 대회에서 준우승을 차지했다. 4년 후에는 224cm를 뛰어 1968년 멕시코시티 올림픽에서 금메달을 차지함으로써 전 세계에서 가장 높이 뛰는 사람이 됐다. 소질이라는 조금도 없는 줄 알았던 16세 고등학생이 체조의 배면뛰기를 높이뛰기에 적용해 세계 최고의 자리에 오

른 것이다. 그 덕분에 오늘날 모든 높이뛰기 선수들은 한 사람도 예외 없이 이 배면뛰기 기술을 사용하고 있다.

인공지능 분야에서도 이와 매우 유사한 일이 벌어졌다. 2012년까지만 해도 웨어러블 컴퓨팅 시대의 희망을 심어 줬던 구글 글라스, 집에서 컴퓨터를 하듯이 스마트폰을 사용할 수 있을 것이라는 기대를 심어 줬던 윈도우 8 폰이 주목을 받았고, 스마트폰 시장을 양분하는 결정적인 계기가 된 갤럭시S3, 아이폰5가 출시됐다. 그뿐 아니라 모든 사물이 서로 통신하는 사물 인터넷(IoT, Internet of Things) 기술이 떠오르면서 우리는 인터넷만 있으면 어디서든 쉽게 집을 모니터링하고 제어하는 시대에 진입했다. 다양한 기술의 발전으로 우리의 삶이 급격히 편리해진 대변혁의 시기였던 것이다. 그런데 이러한 비약적인 발전 속에서 인공지능의 행보는 어떠했는가? 스마트폰 시장과 앱스토어의 확대로 대변되는 대변혁은 스마트 전자 기기의 발전이나 앱과 프로그램의 발전에 불과했을 뿐, 인공지능이 주인공인 무대는 아니었다. 그러던 어느 날 모든 판도를 바꿀 만한 변화가 일어났다.

그 변화는 사물 인식(Object Recognition)이라는 인공지능의 한 분야에서 일어났다. 이는 기계에 고양이 사진을 보여 주면 고양이라 인식하고 강아지 사진을 보여 주면 강아지라 인식하는 인공지능에서 매우 기본적이고도 중요하며, 많은 이들이 관심을 두고 있는 분야다. 이 분야에서는 다양한 시험이 열리는데, 그중 가장 유명한 것은 ‘이미지넷(ImageNet)’이라는 시험이다. 참고로 정확한 시험 명칭은 ILSVRC(Imagenet Large Scale Visual Recognition Challenge)다. 이 시험

은 2010년부터 시작됐지만, 우승자의 정답률(성공적으로 사물을 인식한 비율)을 기준으로 봤을 때 2010년은 72%, 2011년은 74% 수준에 불과할 정도로 인식 성능은 크게 개선되지 못하고 있었다. 이런 추세로 봤을 때 2012년에는 76% 정도의 정답률이면 우승을 예상할 수 있었을 것이다. 실제로 이런 예상을 했는지는 모르겠지만, 2012년에 이 대회에 참가한 어느 팀은 늘 하던 방법을 이용해 75%의 정답률을 완성해 대회에 출전했다. 그 팀은 내심 우승하기를 바랐을 것이다. 하지만 그들의 예상은 보기 좋게 빗나갔다.

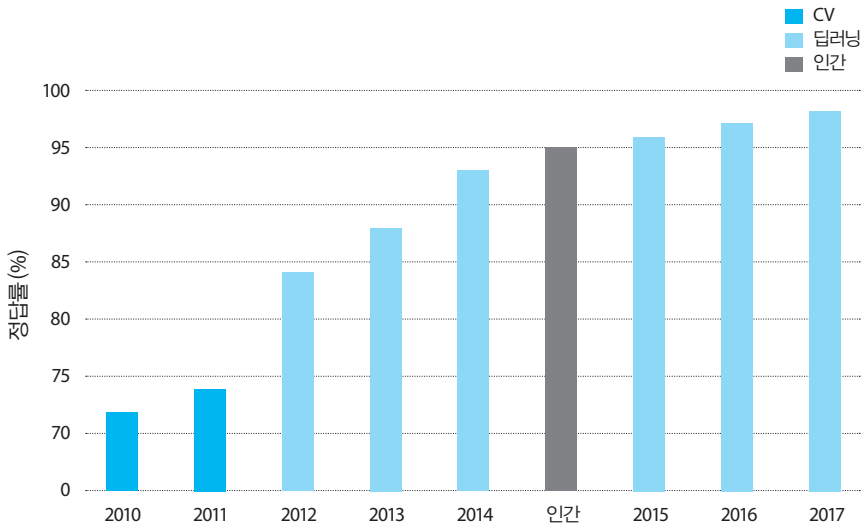


그림 1-1 이미지넷 성능 추이

토론토의 한 연구팀이 뇌의 기본 요소인 뉴런을 모사해 만든 뉴럴넷이라는 방법을 사물 인식에 적용한 것이다. 이는 엄밀히 말해 첫 번째 시도가 아니라 오

랫동안 잊혀졌던 방법을 개량해 적용한 것이었다. 이러한 다소 생소한 방법을 적용한 알렉스넷(AlexNet)이라는 모델이 한 번에 정답률 84%를 만들면서 사물 인식 분야에 획기적인 전기를 마련했다. 이는 예상보다 5배 정도나 큰 성능 상승폭이었다. 이는 정답률 75%를 제출한 팀에겐 슬픈 일이었지만, 그 밖의 사람들에게는 무척 놀라운 일이었다. 놀라움은 여기서 그치지 않았다. 이 방법을 바탕으로 매년 성능이 급격하게 향상돼 2017년에는 98% 정도의 정답률을 보였다. 참고로 이와 똑같은 일을 사람에게 시켜 보면 95%의 정답률을 보이는 것을 고려했을 때 이는 참으로 놀라운 수치다. 모두 전통적인 방법으로 이미 지 인식 성능을 올리기 위해 노력하고 있을 때 과감하게 뉴럴넷을 사용해 최고의 자리에 올랐다. 알렉스넷의 압도적인 우승을 계기로 뉴럴넷이 인공지능 분야의 전면에 나타나기 시작했다. 이제 사물 인식을 연구하는 사람들은 누구나 뉴럴넷을 사용한다. 마치 높이뛰기에서의 배면뛰기처럼!

포스버리가 육상이 아닌 체조에서 배면뛰기의 영감을 받았듯이 뉴럴넷의 탄생은 공학과 다소 거리가 있었다. 뉴럴넷은 1957년 미국에서 프랭크 로젠블라트(Frank Rosenblatt)라는 사람이 뉴런을 모사한 수학적 모델을 제안하면서 시작됐다. 2012년에 이르러 본격적으로 빛을 보기까지 55년 정도가 걸린 셈이다. 또한, 초창기 주요 논문들은 컴퓨터 공학과 같은 분야보다 인지 과학, 생물학 분야에서 많이 발간됐는데, 이는 뉴럴넷의 기원이 오히려 인지 과학 및 생물학 쪽에 가깝다는 것을 시사한다. 이러한 출생의 한계에도 불구하고 뉴럴넷은 호시탐탐 IT 분야로의 진출을 노렸지만, 그때마다 컴퓨터 성능 부족, 데이터 부

족, 알고리즘의 부재와 같은 물리적, 기술적 한계로 번번이 좌절됐다. 그렇게 55년이 속절없이 흐르다가 이 모든 것이 한 번에 충족되면서 2012년에 뉴럴넷의 특이점인 인공지능의 퀀텀 점프(Quantum Jump)가 이뤄진 것이다.



그림 1-2 추억의 보이스 다이얼 광고
※ 출처: https://youtu.be/WJPch296_10

이렇게 훌륭하게 만들어진 사물 인식 기술만으로는 뉴럴넷이 일반인들에게까지 깊숙이 자리 잡기엔 부족했다. 사물 인식은 가끔 재미 삼아 사용하는 것일 뿐, 우리 삶에 꼭 필요한 것이 아니었기 때문이다. 실제로 뉴럴넷이 일반인들의 생활에 뿌리내리기 시작한 건 음성 인식에 적용된 이후다. 1980년대생 또는 그 이전에 태어난 사람들은 안성기라는 배우가 손이 자유롭지 않은 절체절명의 순간에 “본부, 본부!”를 외치면서 보이스 다이얼로 전화를 걸어 위기에서 탈출하는 광고를 본 기억이 있을 것이다. 그 후 많은 폰에 말로 전화를 걸 수 있는 보이스 다이얼 기능 및 음성 인식 기능이 탑재됐다. 그러나 실제로 사용해

보면 이 광고가 과장됐다는 것을 쉽게 알 수 있었다. 당시의 음성 인식 성능으로는 “본부, 본부!”를 한 10번 정도 외치다 결국 본부의 도움을 받지 못하고 황천길로 직행할 것 같은 성능이었다. 좋아질 것이라는 희망을 갖고 사용해 보면 여전히 귀가 어두운 음성 인식에 실망하기 일쑤였다. 그 후 지속적인 성능 업그레이드가 이뤄졌지만, 여전히 제대로 된 ‘본부’의 도움을 받기는 어려워 보였다.

뉴럴넷이 사물 인식과 같은 시기(2010년대)에 음성 인식에 적용되면서 비약적인 성능 향상이 이뤄졌다. 일반적인 음성 인식의 평가 기준은 사람이 자연스럽게 말한 단어 중 몇 개나 정확히 받아 적었는지를 계산하는 단어 인식률이다. 뉴럴넷이 등장하기 전의 단어 인식률은 계속 70%대에 머물러 있었지만, 뉴럴넷이 등장한 지금은 90% 중·후반대의 준수한 성능을 보이고 있다. 근래에 음성 인식을 사용해 본 사람은 알겠지만, 사람이 한 말을 제법 잘 받아 적는다. 사람은 알아듣지 못했을 때 되묻는 반면, 기계는 되묻지 않기 때문에 체감 성능이 떨어진다고 느낄 수 있지만, 실제로 측정해 보면 사람의 받아쓰기 실력과 비슷하거나 이를 뛰어넘는 수준까지 향상됐다. 오늘날의 음성 인식은 이러한 뉴럴넷의 적용이라는 진보에 힘입어 과거와 완전히 달라졌다.

그 밖의 몇 가지 이벤트성 사건들은 뉴럴넷이 사람들의 관심을 끄는 결정적인 계기가 됐다. 2011년 미국 ABC 방송사의 퀴즈 쇼인 ‘제퍼디’에서 IBM의 인공지능 왓슨(Watson)이 다른 인간 챔피언을 따돌리고 우승해 상금 7만 달러를 획득했고, 2015년에 몇몇 고전 게임(아타리 게임이라고 하며, 대표적인 예로 팩맨, 블록 깨기가 있다)에서 구글 딥마인드(Deep Mind)에서 만든 인공지능이 사람보다

뛰어난 게임 플레이를 보여 주기도 했다. 그 후 인류 역사상 난이도가 가장 높은 보드 게임이자 인간의 마지막 보루라 여겨지던 바둑에서 알파고라는 인공지능이 인간 대표 이세돌 9단에게 승리하면서 뉴럴넷이 본격적으로 전면에 등장했다. 뉴럴넷은 이러한 알파고 쇼크 이후 모두가 관심을 갖는 분야가 됐다.

표 1-1 우리 주위에 뉴럴 네트워크가 적용된 분야

응용 분야	관련 산업	응용 분야	관련 산업
사기 탐지	금융, 카드	추천 엔진	E-커머스, 미디어, SNS
음성 인식	인터페이스, 자동차, 사물 인터넷	텍스트 감정	고객 관리, SNS, 홍보
음악 검색	검색 시스템	텍스트 검색	검색 엔진, 금융
음성 검색	헤드폰, 통신	특이 텍스트 탐지	소셜 미디어, 정부
감정 분석	고객 관리	얼굴 인식	보안, 사진 정리
엔진 이상 탐지	자동차, 항공	이미지 검색	SNS, 검색 엔진
로그 분석	데이터 센터, 보안, 금융	머신 비전	자동차, 항공
기업 리소스 설계	생산, 자동차, 유통	사진 클러스터링	통신, 헤드셋
센서 기반 예측 분석	사물 인터넷, 스마트 가전, 하드웨어 생산	비디오 행동 인식	게임, 인터페이스
경영/경제 분석	금융, 회계, 정부	실시간 위험 탐지	보안, 공항

뉴럴넷은 이제 알게 모르게 우리 주위의 많은 분야에 적용돼 있다. 뉴럴넷이 적용된 대표적인 분야는 언제 어디서든 원하는 것과 하고 싶은 것을 얘기할 수 있는 모바일 비서(시리, 빅스비, 코타나 등), 집 안의 먼 거리에 특화된 택배 비

서(아마존 에코, 구글 홈, 지보 등), 한글을 원하는 모든 언어로 바꿀 수 있는 기계 번역(구글 번역, 네이버 파파고), 목소리를 글자로 바꿀 수 있는 음성 인식, 무인 대리 운전인 자율 주행, 모든 거래를 지켜 보고 있다가 의심되는 거래를 사전에 차단해 주는 사기 거래 탐지, 기계가 모든 뉴스를 읽어 보고 증시에 영향을 미치거나 필요할 것 같은 정보를 알려 주는 자동 리포트 생성 등 다양하고 실용적인 분야에 적용되고 있다.



그림 1-3 'The next Rembrandt'가 그린 작품

※ 출처: <https://www.nextrembrandt.com/>

이렇게 실용적인 사례도 많지만, 세상은 넓고 사람도 다양하다. 그 덕분에 재미있는 분야, 더 나아가 예술 분야에도 뉴럴넷이 많이 적용되고 있다. 뉴럴넷

이 사진을 고풍으로 바꿔 주기도 하고, 새로운 음악을 작곡하기도 하며, 막춤을 만들어 내기도 한다. 내가 상상한 물건의 그림을 그리면 뭘 그리는지 컴퓨터가 맞추기도 하고, 아무리 악필인 사람도 키보드로 원하는 문장을 입력하면 멋진 필기체를 알아서 만들어 주기도 한다. 이미 350여 년 전에 사망한 화가인 렘브란트가 부활한 것처럼 렘브란트풍의 그림을 새롭게 만들어 내곤 한다(The Next Rembrandt). 뉴럴넷은 이처럼 실용적인 분야에서 예술 분야에 이르기까지 곳곳에 적용되고 있다.

이런 다재다능한 뉴럴넷의 새로운 발견이 인공지능의 폭발적인 붐을 이끌고 있다. 이미 인공지능이 세상의 많은 분야에 적용됐지만, 아직 적용되지 못한 분야도 많다. 이런 분야들은 대부분 인공지능을 적용하고 싶지만, 데이터 및 인력 부족으로 적용하지 못하는 경우를 많이 봤다. 이런 문제들은 시간에 따른 기술과 인력의 보급 및 데이터 수집으로 자연스럽게 해결될 것이다. 이런 문제가 머지않아 해결되면 우리 사회 전반에 인공지능이 빠짐없이 적용될 것이라 생각한다.

인공지능 붐이 곧 사그라들 것이라 생각하는 회의론자들도 있다. 과거에 인공지능 제품 몇 가지를 사용해 보고 의외의 명칭함에 실망해서 그냥 무시해도 되는 기술로 치부하는 사람도 있을지 모르겠다. 이전에도 몇 차례 뉴럴넷이 아닌 방법을 이용한 일시적 인공지능 붐이 있었지만, 소리소문 없이 사그라들었기 때문에 그렇게 생각할지도 모르겠다. 하지만 지금처럼 누구나 인공지능을 알고, 모든 회사가 인공지능 개발에 혈안이 된 적은 없었다. 뉴럴넷이 적용되

기 전의 인공지능과 적용된 후의 인공지능은 완전히 달라졌다. 미국 정보기술 연구 및 자문 회사인 가트너(Gartner)가 발표한 2019년 핵심 기술 10선 중 네 개가 뉴럴넷 또는 그와 직접적으로 관련된 분야일 정도이니 말이다. 이렇게 한 가지 기술이 유망 기술을 싹쓸이한 전례는 찾아보기 어렵다. 이렇게 뉴럴넷은 미래 기술로 모두의 주목을 한몸에 받고 있다.

현재의 기계는 아직 인류보다 부족한 부분이 많다. 하루아침에 터미네이터와 같은 엄청난 로봇이 나오긴 어려울 것이다. 하지만 모든 기술이 그래왔듯이 기술은 결코 멈추지 않을 것이다. 우리가 자는 사이에도 계속 발전을 거듭하다가 어느 순간 다시 보면 눈에 띄게 달라져 있을 것이다. 전부터 뉴럴넷에 관심을 가져왔던 사람들은 이 기술이 얼마나 빠르게 발전하고 있는지 알고 있을 것이다. 또한, 음성 인식을 꾸준히 사용해 본 사람들이라면 눈을 비비고 다시 볼 정도로 예전보다 기술 수준이 좋아졌다는 것을 알 것이다. 예전에 말 한두 마디도 못 알아듣던, 하잘것없던 음성 인식이 이제는 자막을 만들고, 회의록을 만들고, 키보드 없이도 메신저를 사용할 수 있도록 해주고 있다. 점점 강력해지는 뉴럴넷으로 인해 인공지능과 우리의 삶은 떼려야 뗄 수 없는 관계가 되고 있다. 뉴럴넷이 점차 사람이 해 왔던 일을 대체하다 보면 단순한 도움을 넘어 고차원적인 직업을 대체할 수 있을 것이다.

영국 국영 방송사인 BBC가 예측한, 대체될 확률이 제일 높은 직업 TOP 3는 텔레마케터, 법률 비서, 은행원이다. 대체 확률이 높은 세 개의 직업만을 뽑았을 뿐인데도 해당 직업에 종사하는 사람의 수가 수십만 명에 이른다. 국내외의

많은 전문가는 이런 식으로 인공지능이 많은 사람의 일을 대체해 나가다 보면 인류는 결국 기계에 의해 대체 가능한 계층과 인공지능으로부터 적절한 도움을 받으면서 이들을 관리하는 계층으로 분류될 것이라 예상한다. 인공지능이 발전할수록 우리의 삶은 편해질지 몰라도 빈부 격차와 차별이 심해져 인류가 불행해질 수 있다는 것이다. 사실, 이런 디스토피아적 생각이 맞을지, 로봇으로 인해 새로운 가치와 서비스가 발생해 우리의 삶이 더 풍요로워질지는 아무도 모른다. 하지만 우리가 이러한 인공지능을 잘 알아 두면 어떤 분야가 유망한지, 어떤 분야가 대체되기 쉬운지, 미래가 어떻게 변할지는 어느 정도 예측할 수 있을 것이라 생각한다. 즉, 인공지능에 대해 잘 아는 사람이 모르는 사람에 비해 훨씬 많은 기회가 생길 것이다. 마치 스마트폰을 활용한 가치 창출로 크게 성공한 회사와 그렇지 못한 회사, 스마트폰을 잘 사용하는 사람과 전혀 쓰지 못하는 사람이 차이가 나는 것처럼 말이다. 인공지능을 아는 것과 모르는 것, 가치를 창출하는 것과 이용만 하는 것에 따라 우리의 삶은 완전히 달라질 수 있다.

요즘 우리는 4차 산업혁명 시대를 지나고 있다. 말 그대로 혁명처럼 빠르게 뉴럴넷이 인공지능 기계라는 이름으로 우리의 삶 속 깊이 들어오고 있다. 머지않은 미래에는 이런 기계 없이는 살 수 없는 우리의 모습을 발견하게 될 것이다. 즉, 우리는 점차 ‘기계적 인간(호모 마키나, *Homo Machina*)’이 돼 버릴 것이다. 그렇기 때문에 인공지능의 핵심이 되는 뉴럴넷은 더욱 중요한 지식이 될 것이고, 미래 시민, 즉 기계적 인간의 필수 지식이 될 것이다.

: 용어 이해하기

인공지능 분야를 접하는 사람이 처음에 제일 헷갈리는 부분은 아마 용어일 것이다. 여기저기서 마음대로 용어를 마구 혼용해 사용하기 때문이다. 인공지능, 머신러닝, 뉴럴넷, 딥러닝 등 명칭이 정말 다양하다. 용례를 살펴보면 모두 똑같이 느껴질지 모르지만, 이들은 각각 분명한 차이점이 있다. 따라서 이 책의 전체적인 이해를 높이기 위해 인공지능 분야의 핵심 용어 몇 가지를 정리하고 넘어가고자 한다. 가장 큰 범위인 인공지능부터 시작해 머신러닝, 뉴럴넷 그리고 가장 작은 범위인 딥러닝까지 천천히 알아보자.

인공지능

인공지능은 말 그대로 ‘인공적으로 만들어진 지능’이다. 이와 반대되는 말로는 인간지능, 자연지능 등이 있다. 일반적으로 기계를 위해 만들어진 지능을 의미한다. 이는 1950년 즈음부터 발달한 학문으로, 인공지능의 역사는 오래됐고 그만큼 구현 방법도 가지각색이다. 우리가 앞으로 다룰 학습에 기반을 두고 있는 머신러닝 말고도 수없이 많은 방법이 존재하지만, 크게 학습 기반과 비학습 기반으로 나눌 수 있다. 예를 들어, 인공지능으로 한글-영어 번역기를 만든다고 생각해 보자. 학습 기반 방법은 기계에 한글과 영어를 가르치고, 한글에서 영어를 번역하는 방법 역시 습득하도록 가르치는 것이다. 가르치는 시간이 조금 소요되겠지만, 이 방법을 거치면 당연히 기계는 번역을 잘 해낼 수 있을 것이다. 비학습 기반 방법은 좀 더 단순하고 거칠다. 언어 공부는 뒷전에 두고,

그냥 기계에 한영 사전, 한영 속어 사전, 한영 비속어 사전 등 방대한 양의 사전을 준다. 이렇게 되면 기계는 한글, 영어 그 어떤 언어적인 것에 대해서는 잘 모르지만, 어떻게든 방대한 사전 정보를 갖고 번역할 것이다. 사람으로서는 상상하기 힘든 방법이지만, 다행히 기계는 사전을 훨씬 빨리 찾기 때문에 아예 불가능한 방법은 아니다. 물론 언어는 모른 채 오직 사전만 알고 번역했기 때문에 어순이 바뀌거나 문맥이 무시되는 등의 문제가 발생할 확률이 높다.

깊이 생각하지 않아도 언어 자체에 대해서 이해하는 학습 기반 방법이 훨씬 번역을 잘할 것이라 예상할 수 있다. 그러나 놀랍게도 두 가지 방법 모두 인공지능이다. 학습 기반 방법은 우리가 앞으로 다룰 머신러닝이고, 비학습 기반 방법은 고전적 인공지능이다. 꼭 똑똑해야만 인공지능이 아니다. 아이큐가 1보다 높으면 인공지능이다. 인공지능이라는 범주는 꽤 넓고 포괄적이므로 인공지능을 만드는 방법도 수없이 많다. 오랜 인공지능 역사 속에서 성능적으로 우위에 있는 방법이 그 외의 많은 방법을 도태시킬 뿐이다. 이것이 바로 학습 기반 방법이 비학습 기반 방법을 점점 밀어내고 살아남은 이유다. 학습 기반 방법인 머신러닝에 대해 좀 더 자세히 다뤄 보자.

머신러닝

머신러닝(Machine Learning)은 인공지능을 구현하는 방법 중 하나로, 데이터 학습 기반이다. 머신러닝을 본격적으로 설명하기에 앞서 열심히 공부하는 대한민국의 어떤 학생을 생각해 보자. 이 학생은 글로벌 시대에 발맞춰 나가기 위

해 영어를 열심히 공부한다. 다행히 이 학생을 도울 학습 자료는 무궁무진하다. 학교부터 시작해 학원, 자습서, 교과서, 과외, 학원, 회화 심지어 인터넷을 통해 학습이 가능하다. 이런 자료를 활용해 열심히 영어를 공부한 학생은 외국에 있는 학교에 진학하거나 취업하기 위해 토플, 토익 등의 영어 시험을 치른다. 영어 실력이 어느 수준 이상으로 검증되면 외국의 학교나 회사에 취직할 수 있는 자격이 주어진다. 이렇게 자격을 얻은 학생은 외국이나 회사에서 본인이 갖고있는 영어 실력을 실전에서 본격적으로 사용할 수 있다.

위 얘기는 단순히 어떤 학생의 영어 학습법이 아니라 머신러닝의 학습법 바로 그 자체이기도 하다. 머신러닝 시스템도 정확히 이런 식으로 작동한다. 영어를 유창하게 말하는 기계를 만든다고 생각해 보자. 이를 위해서는 가르치기에 적절한 방대한 양의 영어 데이터가 준비돼 있어야 한다. 위에서 말한 학교, 학원, 자습서, 교과서, 과외, 회화 등이 바로 데이터다. 이렇게 양질의 데이터가 준비됐다고 해서 모든 준비가 끝난 건 아니다. 우리의 뇌처럼 데이터를 잘 학습할 수 있는 모델을 기계에 넣어야 한다. 이렇게 데이터와 학습할 수 있는 모델이 준비되면 기본 준비가 끝난다. 데이터를 통해 모델을 학습시키면 되기 때문이다. 공부가 완료된 모델은 토익, 토플 등과 같은 테스트를 통해 성능을 확인해 보게 된다. 성능이 검증된 기계는 실전에 즉시 투입돼 영어를 원하는 대로 사용할 수 있게 된다. 이것이 머신러닝의 작동 방식이다.

‘기계학습’이라는 용어에서 드러나듯이 머신러닝은 기계가 데이터를 통해 새로운 일을 학습하고, 그 일을 배운 그대로 수행하는 것을 의미한다. 기계의 뇌는

수학적으로 설계된 모델로 만들어지고, 그것은 방대한 데이터를 통해 학습한다. 이 모델은 목적에 따라 너무나 다양하게 설계할 수 있다. 설계 방법에 따라 뉴럴넷, 베이저안 네트워크(Bayesian Network), SVM(Support Vector Machine, 서포트 벡터 머신) 등의 이름이 붙여진다. 이렇게 설계된 모델은 수많은 데이터(자습서)를 통해 학습하고 새로운 일을 수행한다.

좀 더 이해를 돕기 위해, 얼굴 인식을 예로 들어 설명해 보겠다.



그림 1-4 원하는 특징을 바탕으로 좌표에 그려진 원빈과 고창석

사람의 얼굴에는 무수한 특징이 있다. 이러한 특징의 조합이 고유하기 때문에 우리가 사람을 구별할 수 있는 것이다. 따라서 이러한 특징을 이용해 사람의 얼굴을 분류하는 분류기를 만든다고 생각해 보자. 다양한 특징 중에서 얼

굴 면적(사실, 얼굴 면적은 사진마다 달라질 수 있어 좋은 특징점은 아니다)과 수영 양만을 기준으로 원빈과 고창석을 분류해 보자. 얼굴 분류기를 만들기 위한 1차 조건은 모델을 학습시킬 데이터다. 원빈과 고창석의 얼굴 사진을 인터넷에서 많이 수집한 후 좌표 위에 그려 보면 그림 1-4처럼 일종의 분포가 나타날 것이다. 각각의 특징을 10점 만점의 점수로 생각해 볼 때 원빈은 얼굴 면적 2, 수영 양 2, 즉 (2, 2)라는 값을 갖게 된다. 반면, 고창석은 얼굴 면적 7, 수영 양 7, 즉 (7, 7)이라는 값을 갖게 된다. 물론 데이터로 여러 사진을 수집하다 보면 사진별로 차이는 있겠지만, 원빈의 사진은 (2, 2), 고창석은 (7, 7) 근처에 분포할 것이다. 이렇게 학습시킬 데이터가 준비됐다.

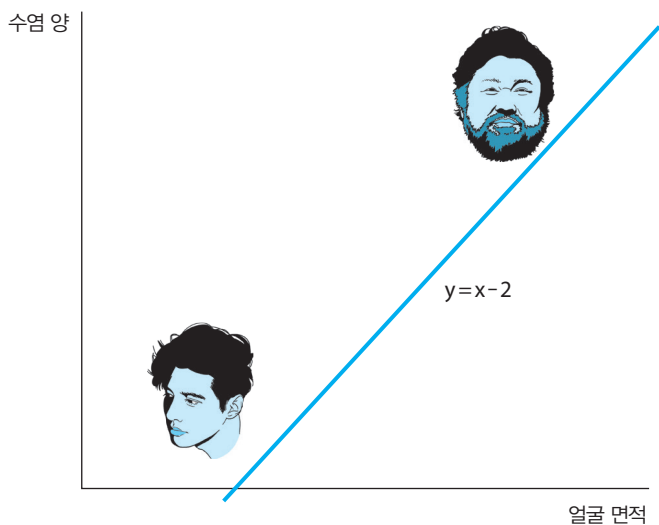


그림 1-5 초기화된 모델