

The role of Cybernetics in the emergence of artificial intelligence

Saeedeh.Babaii*, Monireh Bahreini**

Faeze Norouzi***, Narjes Saberi****, Kazem Fouladi Ghale*****

Abstract

Many attempts have been made in the history and philosophy of science to suppose machines as human beings. Sometimes they are attributed mind, sometimes emotion, and sometimes intelligence. All this is to make the border between humans and machines as narrow as possible, so that one day they may unite. But this effort can be made in another direction. It is possible to bring humans closer to the machines as much as possible with a systematic view, which is what the cybernetic perspective has done. This approach has played a significant role in the emergence of artificial intelligence studies and along with the two approaches of computationalism and representationalism has been able to introduce artificial intelligence as the most important and functional field of science to the world.

Keywords: Artificial intelligence, cybernetics, data, information, control.

* Researcher of the Cyberspace Ethical Studies Department, Virtual Space Research Institute Tehran, saeedeh.babaii@gmail.com

** MA, Amirkabir University of Technology (Corresponding Author), bahreini@aut.ac.ir

*** Master's degree, Department of Philosophy of Science, Sharif University of Technology, Tehran, Iran, f.norouzi94@student.sharif.edu

**** Master's student, Allameh Tabatabai University, n_saberi@atu.ac.ir

***** Assistant Professor, Cyber Space Research Laboratory, University of Tehran, kfouladi@ut.ac.ir

Date received: 2022/08/01, Date of acceptance: 2022/05/01



Copyright © 2018, This is an Open Access article. This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.



پروہشگاہ علوم انسانی و مطالعات فرہنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نقش سایبرنتیک در پیدایش هوش مصنوعی

سعیده بابایی*

منیره بحرینی**، فائزه نوروزی***، نرجس صابری****، کاظم فولادی قلعه*****

چکیده

تلاش‌های زیادی در تاریخ و فلسفه علم صورت گرفته تا برای ماشین‌ها شئونی انسانی تصور شود. گاه به آن‌ها ذهن، گاهی احساس و گاهی هوشمندی نسبت داده شده است. همه‌ی این‌ها بدان جهت است که مرز انسان و ماشین هر چه بیشتر باریک شود تا شاید روزی به یکدیگر بپیوندند. اما می‌توان این تلاش را از مسیری دیگری پیمود. می‌توان با نگاه سیستمی و نظام‌مند به انسان هرچه بیشتر او را به ماشین نزدیک نمود، کاری که رویکرد سایبرنتیکی انجام داده است. این رویکرد در شکل‌گیری مطالعات هوش مصنوعی نقش بسزایی داشته است و در کنار دو رویکرد محاسبه‌گرایی و بازنمودگرایی توانسته است هوش مصنوعی را به‌عنوان مهم‌ترین و کاربردی‌ترین حوزه‌ی علم به جهان معرفی کند.

کلیدواژه‌ها: هوش مصنوعی، سایبرنتیک، داده، اطلاعات، کنترل.

* پژوهشگر گروه مطالعات اخلاقی فضای مجازی، پژوهشگاه فضای مجازی، تهران،
sasaede.babaii@gmail.com

** کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (نویسنده مسئول)، bahreini@aut.ac.ir

*** کارشناسی ارشد گروه فلسفه علم دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران،
f.norouzi94@student.sharif.edu

**** دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبایی، n_saberi@atu.ac.ir

***** استادیار، آزمایشگاه پژوهشی فضای سایبر دانشگاه تهران، kfouladi@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۱۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۰



۱. مقدمه

نسل اول متخصصان هوش مصنوعی به دنبال ارائه‌ی یک مدل از مغز هوشمند، بودند. آن‌ها مغز را به مثابه یک سخت‌افزار یا ماشین در نظر گرفتند و ذهن، نرم‌افزاری برای این سخت‌افزار محسوب می‌شد که قادر بود الگوریتم‌های لازم برای پاسخ‌های هوشمندانه را فراهم کند. این مدل از مغز موجب شکل‌گیری این باور شد که می‌توان به آرزوی دیرینه‌ی ساخت ماشین هوشمند دست یافت؛ ماشین‌هایی که حداقل به اندازه انسان‌ها هوشمند باشند. این دیدگاه را می‌توان برخاسته از نگاهی سایبرنتیکی به انسان دانست. اساس نگاه سایبرنتیکی اینگونه است که رفتارهای انسان اگرچه پیچیده، هدفمند و هوشمندانه به نظر می‌رسد، برای توضیح این وجه هوشمندانه از رفتارهای انسانی لازم نیست انسان را موجودی دارای عاملیت و غایت دانست. این نگاه، موجب شد هوش مصنوعی در یک مسیر خاص پیگیری شود. نکته‌ی ظریفی که در ارزیابی این روایت حائز اهمیت است، این است که نگاه و مدل‌سازی سایبرنتیکی از انسان، تنها مدلی نیست که می‌توان از انسان و هوش انسانی داشت. رویکردهای بدیل می‌توانند مسیرهای جدیدی را پیش روی علم قرار دهند.

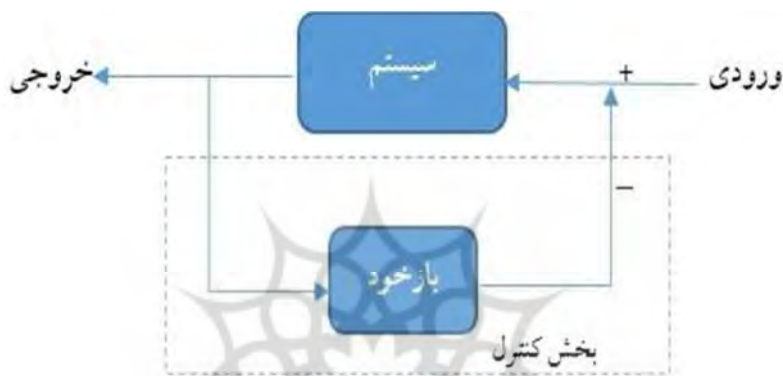
در این مقاله ابتدا تاریخچه‌ی مختصری از شکل‌گیری سایبرنتیک بیان می‌شود و سپس نقش سایبرنتیک در عصر حاضر و تاثیرات آن در شکل‌گیری و رشد هوش مصنوعی و تفاوت‌ها و شباهت‌های آنها بررسی خواهد شد و در پایان نقد مختصری بر دیدگاه‌های سایبرنتیکی ارائه خواهد گردید.

۲. تاریخچه سایبرنتیک

جیمز وات^۱ و ساخت دستگاه تنظیم‌گر (flyball) موتور بخار توسط وی را می‌توان اولین قدم در تاریخ علم سایبرنتیک دانست. این ماشین، دارای روش کنترل خودکار، عملکرد اصلاحی (corrective action) و بازخورد (feedback) یا فیدبک منفی بود. مکانیسم کنترلی این سیستم دارای دو وجه مهم است: نخست، بخشی از انرژی خروجی (حتی اگر کم باشد) با نظم علی سیستم به سمت دستگاه کنترل بازگردانده می‌شود که به این ویژگی بازخورد می‌گوییم. این عمل باعث ایجاد یک مدار بسته در سیستم می‌شود. دوم، این

نقش سایبرنتیک در پیدایش هوش مصنوعی ... (سعیده بابایی و دیگران) ۵

بازخورد به گونه‌ای است که عمل ماشین را خنثی کند. یعنی اصلاحگر است نه تقویت‌کننده که به آن بازخورد منفی می‌گویند. بازخورد منفی باعث می‌شود که هرگاه خروجی سیستم از یک حد بیشتر شود، آن را کاهش دهد و بالعکس (Jonas, 1953). سیستم‌های دارای بازخورد منفی این توان را دارند تا بصورت خودکار از افزایش بیش از حد خروجی جلوگیری کنند. بنابراین بدون نیاز به دخالت عامل خارجی می‌توانند به اصلاح عملکرد خود پردازند و به بقای خود ادامه دهند.



شکل ۱. سیستم با بازخورد منفی

البته لازم به ذکر است که در طراحی سیستم، این مسئله که بازخورد با چه کیفیتی سیستم را کنترل نماید بسیار مهم است. که این امر به هدف و رویکرد طراح بستگی دارد. یعنی می‌خواهد سیستم را در کدام حد ثابت نگه دارد. بنابراین با وجود اینکه سیستم‌های دارای بازخورد منفی عملکردی خودکار دارند اما تعیین حد ثابت آن‌ها خارج از کنترل‌شان است. این حد در آغاز کار در این سیستم‌ها جای‌دهی شده‌اند.

هدف موتور بخار وات، تولید قدرت مکانیکی برای صنعت بود که در ادامه منجر به انقلاب صنعتی اول شد. اما فناوری مدرن پا را فراتر از تولید و کاربرد قدرت می‌گذارد. این فناوری‌ها، به دنبال پیوند زدن موتور قدرت با مکانیسم‌های رباتیک هستند؛ مکانیسم‌هایی که جایگزین ادراک و داوری انسانی می‌شوند تا ماشین‌هایی را تولید کنند. این فناوری‌ها نه صرفاً در کارکرد، بلکه در نحوه‌ی کنترل کردن نیز با مهندسی قدرت متفاوت‌اند و کنترل اتوماتیک، بخشی از مهندسی آن را تشکیل می‌دهد. در واقع مکانیسم‌های فرمان‌بازی (Servo-mechanisms) که جانشین عملکرد انسانی شده‌اند، کارکردهای بهتری از موتورهای

قدرت دارند. وینر از این مکانیسم‌ها با عنوان انقلاب صنعتی دوم یاد می‌کند. مکانیسم‌هایی مانند ترموستات، موتورهای هدایتی خودکنترل‌گر در کشتی، کنترل خودکار آتش‌سوزی در توپخانه ضد هوایی، موشک ضد زیردریایی هدف‌یاب، کامپیوترهای الکترونیکی که در همه‌ی آنها، کنترل اتوماتیک وجود دارد و بازخورد نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند (Jonas, 1953).

کلمه بازخورد نیز به واسطه علم سایبرنتیک اهمیت بسیاری یافت. در یونان باستان، اصطلاح سایبرنتیک نشانگر هنر حاکم شهر بود (در کتاب قوانین افلاطون). ریشه‌ی کلمه‌ی سایبرنتیک (Cybernetics) در زبان یونانی به معنای «هنر هدایت کردن (governor)» است. سایبرنتیک داشتن یک هدف و انجام فعالیت برای رسیدن به آن هدف است. برای اینکه بدانیم به هدف‌مان دست یافته‌ایم یا به آن نزدیک شده‌ایم، باید از محیط بازخورد بگیریم. نوربرت وینر، که می‌توان او را پدر علم سایبرنتیک نامید، در سال ۱۹۴۸ کتابی را تحت عنوان سایبرنتیک: کنترل و ارتباط در حیوان و ماشین (control and communication in the animal and the machine) نوشت و با این کتاب، مفهوم سایبرنتیک اهمیت ویژه‌ای یافت. اهمیت این کتاب از این روست که کنترل (انجام کنش‌هایی به امید رسیدن به اهداف) و ارتباط (ارتباط و جریان اطلاعات بین کنشگر و محیط) را به یکدیگر پیوند می‌زند (Novikov, 2016: 1-2).

سایبرنتیک علمی میان‌رشته‌ای است که محل تلاقی علمی مانند ریاضیات، منطق، نمادشناسی، فیزیولوژی، زیست‌شناسی و جامعه‌شناسی است. نظریه کنترل، نظریه ارتباطات، تحقیق در عملیات نیز از مهم‌ترین نظریات سایبرنتیک کلاسیک به شمار می‌روند. آندره آمپر^۲ نخستین کسی بود که صراحتاً سایبرنتیک را به علوم سیاسی مربوط کرد. او در کتابش، سایبرنتیک را علم سیاست جاری و حکومت عملی در یک دولت یا جامعه تعریف کرد. پس از او، ترنتوفسکی (Trentowsky) در سال ۱۸۴۳ سایبرنتیک را «هنر چگونگی حکومت بر یک ملت» تعریف کرد (Novikov, 2016: 1).

بیش از ۸۰ سال بعد از ساخت ماشین تنظیمگر وات، در سال ۱۸۶۸، کلارک ماکسول^۳ در مقاله‌ای با عنوان در باب حکمرانان (On Governors) که در برابر انجمن سلطنتی قرائت کرد اولین گزارش نظری درباره‌ی این مکانیسم را ارائه داد. ۸۰ سال بعد در ۱۹۴۸، نوربرت وینر^۴ از اساتید دانشگاه MIT علم جدیدی را به نام سایبرنتیک معرفی کرد (Jonas, 1953).

نقش سایبرنتیک در پیدایش هوش مصنوعی ... (سعیده بابایی و دیگران) ۷

لازم به ذکر است که به لحاظ تاریخی و ریشه‌شناختی، سایبرنتیک از ابتدا مرتبط با موضوع حاکمیت بوده است و تلقی اولیه از آن مرتبط با علوم سیاسی بوده است. اما بعداً و پس از وینر جنبه‌های فنی نیز پیدا می‌کند.

عبارت سایبرنتیک در سال ۱۹۴۷ وقتی نوربرت وینر از آن برای نام‌گذاری رشته‌ای جدا از رشته‌های موجود استفاده کرد، عمومیت یافت. وینر از واژه سایبرنتیک استفاده کرد تا تعامل غنی اهداف، پیش‌بینی‌ها، کنش‌ها، بازخورد و پاسخ را در همه انواع سیستم‌ها فراخوانی کند (Wiener, 1948). کاربردهای اولیه این مفاهیم در کنترل سیستم‌های فیزیکی مانند طراحی مدارهای الکتریکی و حرکت ربات‌های ساده، نشان‌دهنده نقش‌های بنیادین آن‌ها در مهندسی است. ارتباط آن‌ها به سیستم‌های اجتماعی و علوم نرم‌تر نیز از آغاز مشخص بود. بسیاری از محققان، از جمله باکمینستر فولر (1895- R. Buckminster Fuller (1983))، جورجی بیتسون (1904 - 1980) (Gregory Bateson) و مارگارت مید (Margaret Mead (1978-1901)) از دهه ۱۹۴۰ تا دهه ۱۹۶۰ بدون اینکه از این اصطلاح استفاده کنند، به نحوی جدی در سنت سایبرنتیک کار می‌کردند. به باور وینر، حیوانات (سیستم‌های بیولوژیک) و ماشین‌ها (سیستم‌های غیربیولوژیک یا مصنوعی) هر دو می‌توانند بر اساس اصول سایبرنتیک عمل کنند. یعنی سیستم‌های زنده و غیر زنده هر دو می‌توانند دارای هدف باشند. از نظر وینر در سایبرنتیک به مطالعه‌ی مفاهیم کنترل و ارتباطات در ارگانیزم‌های زنده، ماشین‌ها و سازمان‌ها می‌پردازند و بررسی می‌کنند که چگونه یک سیستم (دیجیتالی، مکانیکی یا بیولوژیکی) اطلاعات را پردازش می‌کند، به آن پاسخ می‌دهد و برای داشتن عملکردی بهتر تغییر می‌کند یا شرایط را تغییر می‌دهد. این تفسیر از سایبرنتیک را وینر در ۱۹۴۸ ارائه کرد. اما دو سال بعد، او جامعه را به عنوان عامل سوم به سایبرنتیک اضافه کرد. اشبی^۵ و بیبر^۶ نیز از محققان سایبرنتیک کلاسیک بودند که به ترتیب، بر ابعاد زیست‌شناختی و اقتصادی سایبرنتیک تاکید کردند (Novikov, 2016:2).

عبارات مختلفی با استفاده از عنوان سایبرنتیک توسعه یافته‌اند. از جمله، فضای سایبر (Cyberspace) نخستین بار در سال ۱۹۸۲ در یک داستان کوتاه استفاده شد و امروزه به فضای گردش اطلاعات اطلاق می‌شود. عبارت «فضای سایبر» توسط ویلیام گیسون (William Gibson) عمومیت یافت. فضای سایبر به معنی فضای کنترل (فضای تغذیه‌ی هدف‌مند و جهت‌مند اطلاعات) است و در واقع یک قلمروی حاکمیتی است. همچنین

سایبورگ (Cyborg)^۷ که از ترکیب دو واژه cybernetic و organism که به معنای ارگانسیم سایبرنتیکی است و متشکل از بخش‌های بیولوژیکی و تکنولوژیکی است.

وینر در دهه ۱۹۵۰ کتابی با عنوان استفاده انسانی از بشر نوشت و در آن از پتانسیل ایجاد یک سیستم کامپیوتری سخن گفت که می‌تواند اطلاعات افراد را بگیرد و بلافاصله به آنها بازخورد دهد و به نوعی، اتاقک شرطی‌سازی‌ای ایجاد کند که رفتار انسان‌ها را کنترل کند (Wiener, 1950). البته با توجه به اینکه در آن زمان هنوز پیشرفت علم در حدی نبود که توان چنین عملی را داشته باشد، این ادعای وینر در حد یه آرزو باقی ماند. در نهایت به باور وینر، مردمی که در چنین فرایندهایی تربیت می‌شوند، نمی‌توانند با مشکلات خود مواجه شوند و چنین جامعه‌ای یک جامعه دیوانه است (Wiener, 1961: 2).

به زعم وینر، از زمان لاینیتس دیگر کسی بر همه فعالیت‌های فکری زمان خودش مسلط نبوده است. به علاوه، رشد علوم بنیادین هم بدون انگیزه و تقاضای نظام تکنولوژیکی نبوده است. در عصر تفکیک علوم، سایبرنتیک نمونه برجسته‌ای از تلاشی موفق برای ترکیب علوم مختلف و جستجو برای یافتن زبان و قاعده‌های مشترک بوده است. ایده‌های وینر درباره قواعد عمومی کنترل و ارتباط در سیستم‌هایی با ماهیت متفاوت، حاصل تعمیم برخی از دستاوردهای نظریه کنترل اتوماتیک، نظریه ارتباطات، فیزیولوژی و مجموعه‌ای از علوم دیگر در آن زمان بود. سایبرنتیک وینر با مفاهیم کلیدی از جمله بازخورد، خودپایداری (homeostasis)، منجر به نتایج جدید دیگری در کنترل، انفورماتیک و سایر علوم شد. اما سایبرنتیک هم مانند بسیاری از علوم دیگر برخی از انتظاراتی که از آن می‌رفت را برآورده نکرد و این موجب رفع شدن توهم بسیاری از گروه‌های مدافع آن شد (Novikov, 2016: 15).

به مدت چند دهه سایبرنتیک به عنوان «فانوسی جادویی» (magic lamp) یا معیاری برای تفکر تصور می‌شد. در بسیاری از موارد (سیستم‌های تکنیکی، زیست‌شناسی و اقتصاد) نیز این امیدها و انتظارات موجه بود و برآورده می‌شد. هر علم ترکیبی، از جمله سایبرنتیک شبیه یک لنز (نه فانوس) عمل می‌کند که امواج (نتایج علمی و کاربردی) یک منبع (علوم انضمامی) را متمرکز می‌کند. اما مشکل در نظر گرفتن سایبرنتیک به عنوان لنز این است که غیر از پدران کلاسیک سایبرنتیک (وینر، اشبی و بییر) تعداد کمی از محققان حوزه سایبرنتیک به مطالعه عمیق و حرفه‌ای پرداختند تا قوانین عمومی آن را کشف و

نقش سایبرنتیک در پیدایش هوش مصنوعی ... (سعیده بابایی و دیگران) ۹

صورت‌بندی کنند و توسعه دهند (Novikov, 2016: 17-18). با این وجود می‌توان تعارف و دسته‌بندی‌های صورت گرفته در این زمینه را با دقت بیشتری بررسی کرد. گروه اصلی متخصصان سایبرنتیک تقریباً چهار سنت تحقیقاتی را شکل داده‌اند:

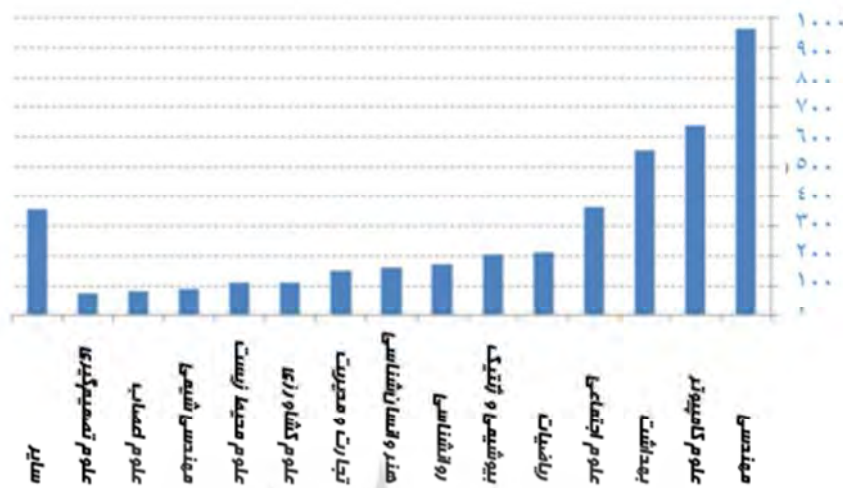
۱. سایبرنتیک آلن تورینگ ((Alan Turing (1912-1954) و جان فون نویمان (John von Neuman) که بخشی از علوم کامپیوتر، هوش مصنوعی و ریاضیات محسوب می‌شد. تورینگ مفهوم ماشین تورینگ جهانی را صورت‌بندی کرد و توضیحاتی ریاضی از یک ماشین محاسباتی داد. او همچنین آزمون تورینگ را به‌عنوان راهی برای تعیین اینکه آیا یک برنامه کامپیوتری می‌تواند هوش مصنوعی را به نمایش بگذارد، ابداع کرد. یکی از انجمن‌های تخصصی مرتبط در این زمینه انجمن هوش مصنوعی آمریکا (American association for artificial intelligence) است.

۲. سایبرنتیک وینر، که بخشی از مهندسی کنترل محسوب می‌شود. این بخش از سایبرنتیک شامل مکانیسم‌های کنترل است؛ از ترموستات تا خطوط موتناژ خودکار. موسسه مهندسان برق و الکترونیک (The institute of electrical and electronics engineers) اصلی‌ترین انجمن تخصصی آن است.

۳. سایبرنتیک وارن مک کالو^۱ یا سایبرنتیک مرتبه دوم. مک کالو ریاست کنفرانس‌های بنیاد میسی (Macy Foundation) را بر عهده داشت. وی به دنبال درک عملکرد سیستم عصبی و در نتیجه عملکرد مغز و ذهن بود. انجمن آمریکایی سایبرنتیک (The American Society for Cybernetic) این سنت را ادامه داده است.

۴. گرگوری بیتسون (Gregory Bateson) و مارگارت مید نیز تحقیق در علوم اجتماعی را دنبال می‌کردند؛ به‌ویژه مردم‌شناسی، روان‌شناسی و خانواده‌درمانی. این رویکرد در زمینه‌ی سایبرنتیک سیستم‌های اجتماعی در انجمن سایبرنتیک آمریکا ادامه پیدا کرده است (Umpleby, 2008).

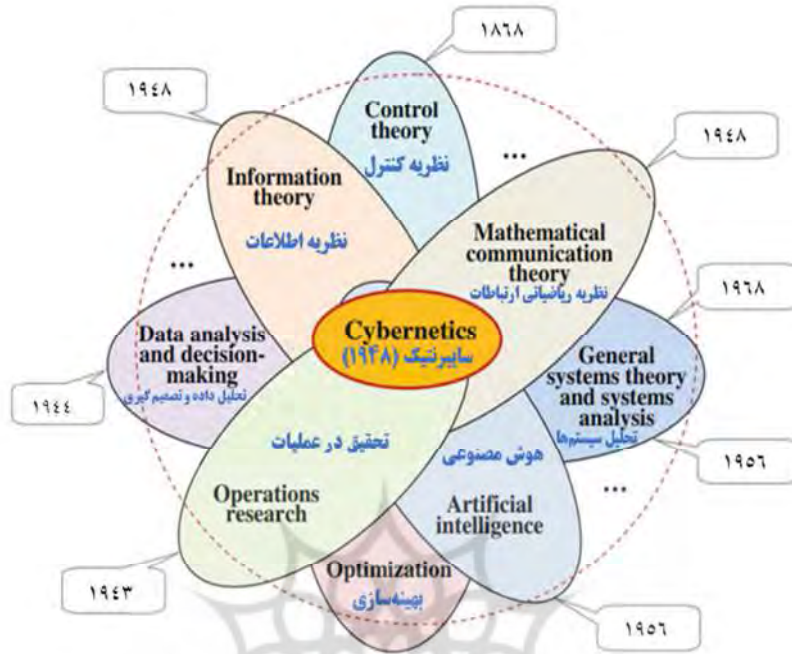
علاوه بر سایبرنتیک عمومی، انواع خاصی (بخشی) از سایبرنتیک نیز وجود دارند. یک رویکرد طبیعی این است که سایبرنتیک تکنیکی، سایبرنتیک زیست‌شناختی و سایبرنتیک اجتماعی-اقتصادی را در سایبرنتیک نظری جای دهیم.



شکل ۱. استفاده از اصطلاح سایبرنتیک توسط شاخه‌های مختلف علوم (Novikov, 2016:8).

شاخه‌ای از سایبرنتیک زیست‌شناختی به نام مدل کردن مغزی سایبرنتیکی نیز وجود دارد که با هوش مصنوعی، علوم عصبی و شناختی ادغام شده است. یک ایده که باعث تشویق پدران اولیه سایبرنتیک شد، این بود که مغزی سایبرنتیکی (مبتنی بر کامپیوتر) بسازیم که دست‌کم بخشی از آن مشابه مغز عصبی باشد (Novikov, 2016:7).

سایبرنتیک با رشته‌های علمی زیادی آمیخته است. برخی از رشته‌هایی که در حوزه سایبرنتیک جای می‌گیرند به شرح زیر هستند: نظریه کنترل، نظریه ارتباطات و اطلاعات، نظریه سیستم‌های عمومی، مهندسی سیستم و تحلیل سیستم، بهینه‌سازی، تحقیق در عملیات، تحلیل داده‌ها و تصمیم‌گیری، هوش مصنوعی، رباتیک، شبکه‌های عصبی هوشمند و کامپیوترهای عصبی، سیستم‌های فازی، منطق ریاضی، نظریه شناسایی، نظریه الگوریتم، زبان‌شناسی ریاضیاتی (Novikov, 2016:5).



شکل ۲. ساختار سایبرنتیک و زیربخش‌هایش (Novikov, 2016:14).

امروزه سایبرنتیک توجه صدها مرکز تحقیقاتی را در سرتاسر جهان به خود جلب کرده است و صدها نشریه علمی و کنفرانس به این موضوع اختصاص یافته است. دانشمندان با رسیدن به مرحله خاصی از بلوغ معرفت‌شناختی، با تدوین قواعدی کلی در زمینه‌های علمی مربوطه، مثلاً با ایجاد متاساینس‌ها، این بلوغ را منعکس (reflexion) می‌کنند. از سوی دیگر هر علم بالغی موضوع تحقیقات فلسفی می‌شود. به‌عنوان مثال فلسفه فیزیک در اواخر قرن ۱۹ و اوایل ۲۰، به‌عنوان نتیجه چنین فرایندهایی ظاهر شد. تحقیقاتی که از دهه ۱۹۸۰ در زمینه نظریه کنترل انجام شده بود، منجر به ظهور سایر متاساینس‌ها یعنی سایبرنتیک و تجزیه و تحلیل سیستم‌ها شد. علاوه بر این، سایبرنتیک به سرعت موضوع تحقیقات فلسفی شد که توسط پدران سایبرنتیک و فیلسوفان حرفه‌ای انجام شده است (Novikov, 2016:20).

از میان علوم مختلفی که هر کدام به نوعی با سایبرنتیک مرتبط هستند، هوش مصنوعی ارتباط مهم و پیچیده‌ای با سایبرنتیک دارد. وجود یک رابطه دوطرفه میان این دو رشته علمی در طول تاریخ علم، بسیار جالب توجه است.

۳. سایبرنتیک و هوش مصنوعی

در بررسی نسبت سایبرنتیک و هوش مصنوعی سؤالاتی قابل طرح است؛ از جمله اینکه آیا هوش مصنوعی و سایبرنتیک یک چیز هستند؟ آیا هوش مصنوعی چیزی بیشتر از سایبرنتیک دارد؟ یا اینکه سایبرنتیک مربوط به یک حوزه می شود و هوش مصنوعی مربوط به حوزه ای دیگر؟ آیا می توان هوش مصنوعی را ابزاری سایبرنتیکی برای کنترل انسان و جوامع انسانی دانست؟ پاسخ به این سؤالات آسان نیست. هوش مصنوعی به دنبال فهم و ساخت ماشین های هوشمند است. اما چنانکه دیدیم، متخصصان سایبرنتیک از مدل هایی درباره کنترل، سازمان ها، بازخوردها و اهداف استفاده می کنند تا ظرفیت ها و محدودیت های سیستم های تکنولوژیک، بیولوژیک یا اجتماعی را بفهمند و از نظر آن ها، ارائه توصیف های قدرتمند از یک سیستم مهم ترین نتیجه است. اما این دو حوزه ارتباطات جدی و انکارناپذیری نیز با یکدیگر دارند که در ادامه توضیح داده خواهد شد.

۴. نقش سایبرنتیک در تولد هوش مصنوعی

پروژه تحقیقاتی تابستانی دارتموث (Dartmouth) در مورد هوش مصنوعی، که در سال ۱۹۵۶ در کالج دارتموث در هانوفر، نیوهمپشایر (New Hampshire) برگزار شد، به طور کلی توسط مورخان و دانشمندان رشته کامپیوتر به عنوان محل تولد هوش مصنوعی شناخته می شود. این گردهمایی با حضور بسیاری از بزرگان سایبرنتیک برگزار شد (Kline, 2011). به طور کلی، معنای سایبرنتیک، که در ابتدا به تمام رویکردهای هوش ماشین اعمال می شد، پس از کنفرانس دارتموث به طور فزاینده ای در ایالات متحده به شبکه های عصبی و مدل سازی مغز کاهش یافت. بعلاوه، مک کی (MacKay) و اوتلی (Uttley) حتی در سال ۱۹۵۹ در انگلیس برای یک طرح سرمایه گذاری شامل تحقیق در مورد ارگانسیم های مصنوعی، نسبت به استفاده از این واژه احتیاط کردند. در سال ۱۹۶۸، مینسکی به طور موثری «سایبرنتیک» را به کار مدل سازی مغز در سیستم های خودسازماندهی شده، محدود کرد. احیای شبکه های عصبی در دهه ۱۹۸۰ و علاقه مورخان به جایگاه سایبرنتیک در اوایل تاریخ هوش مصنوعی، سبب شد تا جایگاه هوش مصنوعی در تاریخچه سایبرنتیک اولیه تجدید شود (همان). با این روند می توان سایبرنتیک را به عنوان مبدأ اولیه هوش مصنوعی در نظر گرفت.

پاملا مک کورداک^۹ دو رویداد را در این مسئله مهم می‌داند؛ یکی «پارادایم جدید» پردازش اطلاعات نمادین، که توسط آلن نیول^{۱۰} و هربرت سایمون^{۱۱} نظریه پرداز منطق برنامه‌های کامپیوتری، و دیگری «الگوهای اجتماعی» که شرکت کنندگان بنیان‌گذار برنامه‌های هوش مصنوعی اولیه در انستیتوی فناوری ماساچوست (MIT)، دانشگاه استنفورد، دانشگاه کارنگی ملون و موسسه تحقیقاتی استنفورد، برپا کردند. محققان و بنیاد راکفلر (The Rockefeller Foundation)، بودجه کنفرانس دارتموث را تأمین کردند و مک‌کارتی و کلود شانون مدل سازی مغز را از پردازش نمادین در هنگام ویرایش کتاب خود در سال ۱۹۵۶- تفکیک کردند (همان).

آلن نیول و هربرت سایمون در آن دوره در حوزه جدیدی به نام شبیه‌سازی شناختی تحقیق می‌کردند. این دو معتقد بودند که ذهن انسانی و کامپیوترهای دیجیتال هر دو «سیستم‌های نمادین فیزیکی» هستند. یعنی رشته‌های بیت و رشته‌های نرونی می‌توانند جهان خارج (خارج از ذهن و کامپیوتر) را بازنمایی کنند. هوشمندی یعنی استخراج نتیجه از این بازنمایی‌های درونی؛ این یعنی یک سیستم فیزیکی برای تولید هوشمندی لازم و کافی است (همان).

وارن مک‌کالو سایبرنتیست معروف، رئیس کنفرانس‌های بنیاد میسی و عضو بنیانگذار انجمن سایبرنتیک آمریکا (American Society for Cybernetics) به همراه والتر پیتس^{۱۲} نخستین مدل محاسباتی یک شبکه عصبی را در مقاله‌ای در سال ۱۹۴۳ ارائه کردند. آن‌ها پیشنهاد آمیختن نوروفیزیولوژی و منطق را مطرح کردند. در این مقاله به ویژگی‌های دیجیتال (یا صفر و یکی) فعالیت‌های نرونی توجه شده است و ادعا می‌شود که می‌توان رفتار نرونها را با منطق گزاره‌ای (propositional logic) تبیین کرد (McCulloch & Pitts, 1943). با توجه به ارجاعات این مقاله به آثار کارنپ، هیلبرت و راسل، می‌توان به تاثیر بزرگان فلسفه و منطق و ریاضیات بر مک‌کالو اذعان کرد.

رضایت حاصل شده از این تحقیقات، حوزه هوش مصنوعی را به واسطه کارهای اولیه‌ای که روی محاسبات در شبکه‌های نرونی انجام شد، بارور کرد. بنابراین اینگونه اقدامات منجر به زایش مبانی هوش مصنوعی از بستر دیدگاه‌های سایبرنتیکی شد. اما در ادامه پژوهش‌های جدیدتر روی شبکه‌های نرونی به تدریج از سایبرنتیک فاصله گرفت و

مسیر جدیدی را طی کرد و تأثیرات سایبرنتیک در تولد و شکوفایی هوش مصنوعی پنهان شد.

هوش مصنوعی و سایبرنتیک هر دو زمانی پرطرفدار شدند و زمانی هم مورد بی‌توجهی قرار گرفتند. سایبرنتیک پیش‌تر از هوش مصنوعی آغاز شد، اما هوش مصنوعی در بازه میان ۱۹۶۰ تا ۱۹۸۵ غالب بود تا اینکه با شکست‌های پی‌درپی در دستیابی به هدف ماشین‌های هوشمند مواجه شد. این مشکلات در هوش مصنوعی منجر به جستجوهای جدیدی برای یافتن راه‌حل با استفاده از رویکردهای سایبرنتیکی شد.

۱.۴ تفاوت‌هایی میان هوش مصنوعی و سایبرنتیک

هوش مصنوعی و سایبرنتیک در عین حال که دارای نقاط اشتراکی هستند، وجوه متمایزی نیز دارند. دقت نظر در این شباهت‌ها و تفاوت‌ها می‌تواند بسیار راهگشا باشد. نادیده گرفتن این نکات ممکن است در بعضی دیدگاه‌ها منجر به همسان‌انگاری هوش مصنوعی و سایبرنتیک شود و غایت هر دو را ساختن سایبورگ‌ها و ربات‌های هوشمند بپندارد (Martelaro, 2018). برای مثال، هوش مصنوعی برخاسته از میل به ساختن کامپیوترهای هوشمند است. اما در سایبرنتیک هدف، فهم و ساختن سیستم‌هایی است که بتوانند به اهدافشان برسند؛ این اهداف می‌توانند از اهداف پیچیده انسانی برخیزند یا اهدافی ساده مثل حفظ دمای اتاق تحت شرایط متغیر باشند. اما پشت تفاوت‌های میان این دو (کامپیوترهای هوشمند یا سیستم‌های هدف‌محور)، تفاوت‌های مفهومی عمیق‌تری پنهان شده است. سیستم‌های هوشمند با سیستم‌هایی که به دنبال رسیدن به یک هدف هستند، متفاوتند. هوش مصنوعی را می‌توان دانش فهم و ساخت سیستم هوشمند دانست که عموماً به دنبال ساخت سیستم‌هایی است که رفتار هوشمندانه را بر اساس بازنمایی‌های ذخیره‌شده از جهان تقلید کنند.

اما سایبرنتیک به مطالعه این موضوع می‌پردازد که سیستم‌ها چگونه خود را تنظیم می‌کنند و به سوی اهداف گام برمی‌دارند و از محیط بازخورد می‌گیرند. محاسبات یکی از ارکان سیستم‌های سایبرنتیکی است. سیستم‌های محاسباتی می‌توانند سیستم‌های بیولوژیکی (که دمای بدن را حفظ می‌کنند)، مکانیکی (که سرعت موتور را کنترل می‌کنند)، اجتماعی

(که نیروی کار انبوه را مدیریت می‌کنند) و اقتصادی (که اقتصاد ملی را تنظیم می‌کنند) نیز باشند (Wiener, 1961).

در هوش مصنوعی پیش‌فرض این است که شناخت جهان، هم ممکن و هم ضروری است. در سایبرنتیک اعتقاد بر این است که جفت‌شدن با جهان به قدری که برای رسیدن به اهداف کافی باشد، ضروری و ممکن است؛ یعنی بازخورد بگیریم تا کنش‌هایمان را برای رسیدن به اهداف اصلاح کنیم. بنابراین، درحالی‌که هر دو حوزه مفاهیم سازگار با یکدیگری مانند بازنمایی، حافظه، واقعیت و معرفت‌شناسی دارند، تفاوت‌هایی نیز بین آن‌ها می‌توان یافت.

سایبرنتیک و هوش مصنوعی هر دو به نحوه‌ی یادگیری سیستم‌ها می‌پردازند. اما هوش مصنوعی در یادگیری، از بازنمایی‌های ذخیره‌شده به‌عنوان ابزاری برای کنش هوشمندانه استفاده می‌کند. یعنی به کمک بازخوردها رفتار خود را اصلاح می‌کند و سرانجام به وضعیت مطلوب می‌رسد. درحالی‌که سایبرنتیک به بررسی رفتارهای متعادل و جایافته در سیستم‌هایی می‌پردازد که بر اساس بازخورد و تعامل، از خود، هوشمندی و یادگیری نشان می‌دهند (Martelaro, 2018).

۲.۴ یادگیری ماشینی در هوش مصنوعی

یادگیری با کامپیوتر در گذشته سایبرنتیک عصبی نامیده می‌شد اما امروزه با عنوان شبکه‌های عصبی، در هوش مصنوعی شناخته می‌شود (McCorduck, 2019, p:46). پس از دقت در تفاوت‌های ظریف بین هوش مصنوعی و سایبرنتیک، توجه به نقاط اشتراک آن‌ها نیز بصیرت بخش است. امروزه روشی با عنوان یادگیری ماشینی (Machine learning) در هوش مصنوعی بسیار رایج شده است. علت اینکه می‌توان این روش را نوعی یادگیری دانست، رفتار اصلاحگر ماشین است. ماشین به کمک فیدبک یا بازخوردی که دریافت می‌کند می‌تواند به بهبود رفتار خود بپردازد. می‌توان ادعا کرد یادگیری ماشینی به نوعی همان فیدبک منفی و اصلاحگری است که در سایبرنتیک به آن توجه شده است.

با پیشرفت تکنیک‌های یادگیری ماشین، سیستم‌های هوش مصنوعی رشد کرده‌اند و با استفاده از مقادیر کلانی از داده‌ها انواعی از رفتارهای هوشمندانه را نشان داده‌اند. مثل سیستم‌های بینایی ماشینی که می‌توانند اشیاء را به نحو دقیق شناسایی و طبقه‌بندی کنند. یا

سیستم‌هایی که ورودی آن‌ها گفتار است و می‌توانند زبان طبیعی را بفهمند. اخیراً عمده تمرکز در هوش مصنوعی بر سیستم‌های تمرین‌گر (training systems) بوده که از خود رفتار هوشمندانه نشان می‌دهند (Martelaro, 2018). پذیرش نقش سایبرنتیک در یکی از مهمترین و متداول‌ترین روش‌های هوش مصنوعی، نشان‌دهنده پیوند ناگسستنی این دو حوزه مهم می‌باشد.

همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد یکی از ایده‌ها و روش‌های بنیادی در سایبرنتیک استفاده از بازخود برای اصلاح رفتار سیستم بوده است. با افزایش داده‌ها این غایت با مشکل مواجه شد. زیرا روش‌های قدیمی توان پردازش حجم بالای داده را نداشتند. با پیشرفت ابزارها و تکنولوژی‌های پردازش داده و روش‌های علمی جدید در حوزه هوش مصنوعی، توان پردازش داده‌های زیاد، فراهم گشت. این روش‌های پردازش داده در هوش مصنوعی راهگشای مشکل سایبرنتیک شد. هوش مصنوعی با توان پردازش کلان داده (Big Data) ها ابزار مناسبی را به تفکر سایبرنتیک هدیه کرد که این روش‌های پردازش با پیشرفت تکنولوژی‌های مرتبط روزبه‌روز نیز در حال پیشرفت است.

همچنان که این سیستم‌ها قابل اعتمادتر و برای استفاده ساده‌تر شده‌اند، طراحان، آن‌ها را در محصولاتی مانند زیرسیستم‌های هوش مصنوعی که با انسان‌ها تعامل دارند، جای‌دهی می‌کنند. هدف طراح، بهبود تعامل میان شخص با محصول است. این تعامل می‌تواند زیرسیستم هوشمند را پشتیبانی کند تا بیشتر یاد بگیرد و خود را با کاربر مطابقت دهد. با وقوع این پیشرفت‌ها، طراحان باید خود را مجهز به شیوه‌هایی از تفکر درباره سیستم‌هایی کنند که می‌توانند از طریق تعامل یاد بگیرند و انطباق پیدا کنند. یادگیری و انطباق با نیازهای یک سیستم، هم هدف فرایندهای طراحی تکرار شونده است، هم هدف سایبرنتیک. بنابراین، سایبرنتیک می‌تواند چارچوب مناسبی را برای کمک به طراحان در ساختن محصولات هوشمند تعاملی انسان‌محور ارائه کند (Martelaro, 2018).

هوش مصنوعی وارث روش سایبرنتیک است و با بهره‌گیری از ایده‌ی دانش سایبرنتیک در استفاده از بازخورد برای اصلاح رفتار، امروزه به یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین علوم بشر تبدیل شده است. تاثیر و تأثر این دو حوزه علمی غیرقابل انکار است. هوش مصنوعی بهترین ابزار را در اختیار پیش‌برد رویکرد سایبرنتیکی قرار داده است. از آن سو، سایبرنتیک نه تنها در پیدایش هوش مصنوعی موثر بوده است، بلکه همچنان می‌تواند به آن یاری

برساند. استفاده از تفکر و رویکرد سایبرنتیکی در تحلیل، طراحی و مدیریت سیستم‌های هوشمند بسیار راهگشا خواهد بود. بنابراین ارتباط این دو حوزه علمی بسیار عمیق‌تر و دامنه‌دارتر از آن چیزی است که در ظاهر امر تصور می‌شود.

۵. توجه به سایبرنتیک در پیش‌برد اهداف هوش مصنوعی

اگرچه تفکر سایبرنتیکی ریشه در گذشته دارد و امروزه با این نام کاربرد زیادی ندارد، اما مانند یک چتر بر جوانب مختلف علم و تکنولوژی سایه افکنده است و می‌تواند راهنمایی برای طراحی تکنولوژی‌ها باشد. خصوصاً اینکه تکنولوژی‌ها به سرعت به سمت هوشمندتر شدن پیش می‌روند. تفکر سایبرنتیکی می‌تواند در طراحی ابزارها جای‌دهی شود. رسوب تفکر سایبرنتیکی در افکار طراحان گاه به طور واضح اتفاق نمی‌افتد. اما گاهی نیز به صورت مستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان نمونه سایبرنتیک، زبانی را پیشنهاد می‌دهد که دانشمندان و طراحان حوزه‌های مختلف را قادر به برقراری ارتباط می‌سازد تا شباهت‌های ساختاری سیستم‌ها را توصیف کنند و الگوهایی را در جریان اطلاعات شناسایی کنند.

در چند دهه گذشته، فرایند طراحی از تمرکز بر شکل ابژه (object) ها به دغدغه‌ای وسیع‌تر رسیده است و آن تعامل با سیستم‌ها و سیستم‌های سیستم‌هاست. محصولات امروزی اغلب هوشمند هستند زیرا توسط ریزپردازنده‌ها کنترل می‌شوند و مملو از حسگر شده‌اند. همچنین متصل به هم و به سرویس‌های ابری هستند. این محصولات و خدمات و تعامل ما با آن‌ها حجم فزاینده‌ای از داده‌ها را تولید می‌کند (Dubberly, 2015). اینجاست که تکنیک‌های هوش مصنوعی ابزاری کارآمد در اختیار ما قرار داده‌اند تا به پردازش و بهره‌برداری از این داده‌های فراوان بپردازیم. البته اغلب این پردازش‌ها خصوصاً در روش‌های مبتنی بر رویکردهای پیوندگرا (connectionism) برای طراح از شفافیت کامل برخوردار نیست. عدم شفافیت نیز ما را با مخاطراتی مواجه می‌سازد که نباید از آن غافل شد.

طراحان امروزی باید چگونگی جریان اطلاعات در این سیستم‌ها را مورد توجه قرار دهند. طراحان همچنین باید فرصت‌هایی را برای خلق و طراحی دیگران فراهم کنند. طراحان باید موقعیت‌های منعطفی را بسازند که توسط الگوها و قواعد تعامل تعریف

می‌شوند. به جای تصمیم‌گیری درباره چستی و چگونگی، طراحان مکالمه درباره «چرایی» و «چه کسی» را تسهیل می‌کنند. در مجموع، طراحان مشغول طراحی سیستم‌های سایبرنتیکی مرتبه-اول و مرتبه-دوم هستند و گاهی، سیستم‌هایی برای مکالمه تولید می‌کنند که برآمده از روش‌های سایبرنتیکی است. این تغییرات پیشنهاد می‌کنند که دانش سایبرنتیک و ابعاد دیگر تفکر درباره سیستم‌ها، مانند دینامیک سیستم‌ها و نظریه پیچیدگی، شرط لازم برای پیشروی فرایند طراحی است (همان). بنابراین سایبرنتیک نقش‌های آشکار و نهان بسیاری در طراحی سیستم‌ها می‌تواند ایفا کند. طراحان با بهره‌گیری از رویکردهای سایبرنتیکی می‌توانند داده‌های فراوان و به ظاهر بی‌ارتباط را مدیریت کرده و در جهت اهداف خود استفاده نمایند.

دانش سایبرنتیک ارتباط وثیقی با چستی و چگونگی طراحی طراحان دارد. سایبرنتیک علم بازخورد است؛ اطلاعاتی که از یک سیستم توسط محیط حرکت می‌کند و دوباره به سیستم بازمی‌گردد. یک سیستم بازخوردی دارای هدف است؛ مثلاً حفظ اندازه یک متغیر (حجم آب، دما، جهت، سرعت). بازخورد، تفاوت میان حالت فعلی با هدف را گزارش می‌کند و سیستم برای اصلاح این تفاوت‌ها عملیاتی را انجام می‌دهد. این فرایند، ثبات را هنگامی که اختلالات، دینامیک سیستم را تهدید می‌کند، تضمین می‌کند.

سیستم‌های بازخوردی انواعی دارند. سیستم‌های ساده، اهدافی دارند که به آن‌ها تحمیل شده است. یعنی از خارج از سیستم توسط طراح انسانی برای آن تعریف شده است. اما سیستم‌های مرتبه-دوم می‌توانند اهدافشان را هم اصلاح کنند. این سیستم‌ها فقط واکنش نشان نمی‌دهند، بلکه می‌توانند یاد بگیرند. به عبارتی می‌توان گفت وقتی دو سیستم مرتبه-اول درگیر می‌شوند، با یکدیگر تعامل می‌کنند و یکدیگر را هل می‌دهند. اما وقتی دو سیستم مرتبه-دوم درگیر می‌شوند، با یکدیگر مکالمه می‌کنند و اهداف و ابزارهایشان را مبادله می‌کنند. در این نقطه، یعنی وقتی سایبرنتیک به سیستم‌های مرتبه-دوم دست یافت، مسائل اخلاقی بروز خواهند کرد (همان). اما از جنبه‌های دیگری هم می‌توان به این مسئله فکر کرد؛ از جمله مخاطرات اخلاقی است که چنین سیستم‌هایی برای انسان به وجود می‌آورند. عدم پیش‌بینی‌پذیری، سوگیری (bias) و سایر عواقب ناخواسته‌ای که ماشین‌ها با آن مواجه می‌شوند، همگی نیاز به بررسی‌های جداگانه‌ای دارد.

هوش مصنوعی مانند سایر ابزارهای تکنولوژیکی طراحی شده است تا توانایی تفکر بشر را بسط دهد. مدلی سایبرنتیکی با مسئولیت انسان ساخته شده تا سیستم را حفظ کند و اطلاعات مبادله شده را به صورت سخن گفتن کامپیوتر کدگذاری کند. وجه تکنولوژیکی سیستم سایبرنتیک غیر از این قالب ترجمه شده و کدگذاری شده، زمان زیادی را صرف منطبق شدن و یادگرفتن از وجه انسانی آن نکرده است. هرچقدر انسان در تکنولوژی مسلط تر صحبت کند، این دو می توانند با قدرت بیشتری کارها را انجام دهند. اما تکنولوژی ممکن است به زودی بتواند برای خود (حتی بهتر از برنامه نویسی انسانی) کدنویسی کند. در این صورت، او حتی می تواند جهان واقعی را بدون نیاز به ترجمه انسانی به زبان کامپیوتری کدنویسی کند و ما هیچ گاه نخواهیم توانست به مکالمه به این زبان مسلط شویم. بررسی مسائل اخلاقی برآمده از این دیدگاه بسیار مهم و حیاتی هستند و نیازمند پژوهش های مستقلی می باشد.

از یک جنبه ابزارهای خوب ابزارهایی هستند که تودستی می شوند یعنی ما به عملکردشان فکر نمی کنیم و به مثابه بسط اندام های ما عمل می کنند و برای مغز هم این گونه پدیدار می شوند و تقریباً نیاز به توجه ندارند. همه اطلاعات لازم از طریق داده های حسی (زبان مغز) تأمین می شود و تلاش ذهنی برای انجام کار، در توانایی های شناختی پس زمینه ذخیره شده است. اینکه مغز لازم نیست در حال ترجمه دائمی داده ها باشد، موجب می شود بتواند توجه خود را روی کارهای دشوارتر و سطح بالاتری مانند تفکر عمیق خلاقانه متمرکز کند (Martelaro, 2018).

ارتباط انسان-ماشین عموماً اختلال زیادی دارد و علت آن نه مقدار زیاد داده ها، بلکه کدگذاری داده ها روی سیستمی است که برای حمل خرده اطلاعات در سیاق های مختلف، روی زبان شناسی و حافظه انسان تکیه زیادی دارد. این بخش های مغز ما با تغییر سیاق ها مختل می شود و فقط داده های مربوط به سیاق را نگه می دارد. وقتی سیاق تغییر می کند، مغز حافظه را دوباره راه اندازی می کند و اطلاعات قبلی را پاک می کند. این پدیده «اثر درگاه (doorway effect)» نام دارد و به همین خاطر است که تا به آشپزخانه برسید ممکن است فراموش کنید که آب می خواستید. سطح اختلال موجود در ابزارهای تکنولوژیکی بسیار بالاست و توانایی تفکر را از بین می برد. این در حالی است که ابزارهای هوش مصنوعی طراحی شده اند تا شناخت ما را تقویت کنند. به هر حال این امکان وجود دارد که تکنولوژی

بتواند فکر کند و به زودی به سطح بسیار بالاتری از پردازش برسد. زمان آن رسیده که سیستم‌های سایبرنتیکی‌ای طراحی شوند که بتوان برای تعامل با تکنولوژی به آنها تکیه کرد. می‌توان به تکنولوژی آموخت که با انسان صحبت کند و همه داده‌ها را در واسط فیزیکی چندحسگره‌ای کدگذاری کند که بتواند برای انسان تودستی شود (همان).

انسان نیاز به طراحی فرا سیستم‌هایی دارد که تعاملات محصول را طراحی می‌کنند. برای این کار ممکن است نیاز به بازطراحی مدل تعاملی فعلی با ابزارهای محاسباتی داشته باشد. همچنین، ممکن است لازم باشد سرعتمان را کم کنیم و خودمان را مشاهده کنیم و در چرخه‌ای، بازخوردمان از فرایند را به طراح بدهیم. بنابراین، برای طراحان لازم است که سایبرنتیک را یاد بگیرند و بدانند که تقویت ابزارها به واسطه سیستم‌های بازخوردی می‌تواند به آن‌ها کمک کند.

۶. نقدی بر سایبرنتیک

در این مقاله مجال نقد تفصیلی سایبرنتیک نیست. ولی نقدی مختصر از هانس یوناس (Hans Jonas (1903-1993))، جهت توجه بیشتر به لایه‌های زیرین بحث بیان خواهد شد.

به گفته یوناس ذهن انسان تمایل دارد کارکردهای انسانی را بر اساس مصنوعات که جایگزین آن‌ها می‌شوند و بالعکس تفسیر کند. اما نکته اینجاست که این تعبیر حقیقی هستند یا فقط جنبه استعاری دارند. برای مثال، موتور قدرت با اهرم‌ها و لولاها و مصرف سوخت بالای خود به مثابه گولی به بند کشنده و بدن انسان یا حیوان نیز به مثابه ماشین قدرت مصرف‌کننده سوخت تعبیر می‌شوند. ماشین فرمان‌یار (Servo-mechanism) مدرن، موجودی درک‌کننده، پاسخگو، قابل انطباق، هدفمند، محافظت‌کننده، یادگیرنده، تصمیم‌گیرنده، هوشمند و گاهی احساساتی، و متناظراً انسان‌ها و جوامع انسانی به مثابه مکانیسم‌های بازخوردی، سیستم‌های ارتباطی و ماشین‌های محاسبه‌گر توصیف می‌شوند. در گذشته، عموماً نویسندگان تخیلی از چنین تشبیهاتی استفاده می‌کردند و دانشمندان سروکاری با آن‌ها نداشتند. اما بخش قابل توجهی از ادبیات سایبرنتیک به توصیف سایبرنتیکی از رفتار انسانی و فرایندهای تفکر او می‌پردازد (Jonas, ۱۹۵۳).

مکانیک کلاسیک با ماده و حرکت سروکار داشت و در روش خود (نه به نحو متافیزیکی) از ماشین بدن سخن می‌گفت و متأثر از دکارت، ذهن را از هرگونه عامل

فیزیکی جدا می‌دانست. بعدها، ماده‌گرایان، دوگانه‌انگاری دکارتی را رد کردند و ذهن را پدیده ظهور یافته‌ای حاصل از فرایندهای مادی در مغز معرفی کردند. حالا برای نخستین بار مدلی مکانیکی ارائه شده که ادعا می‌شود می‌تواند در مورد پدیده‌های مادی و ذهنی به کار برده شود، بدون اینکه نیاز به عبور از یک حوزه به حوزه‌ای دیگر باشد. برای نخستین بار پس از سیستم فلسفی ارسطو، طرح مفهومی یا آموزه‌ای یکپارچه مطرح شده که واقعیت را بازنمایی می‌کند و این اهمیت فلسفی قابل توجهی دارد.

در مجموع سه حوزه اصلی را می‌توان از منظری سایبرنتیکی بررسی کرد: غایت‌شناسی یا هدف‌شناسی، اطلاعات و ذهن. اگر سایبرنتیک بتواند ادعای خود را درباره این اصطلاحات به خوبی بیان کند (اینکه این مفاهیم می‌توانند با فرضیات مکانیکی صرف استنتاج شوند)، توانسته به هدف اصلی خود برسد و مسئله قدیمی دوگانه‌انگاری را حل کند و انسان را به مثابه موجودی صرفاً فیزیکی و مادی تبیین کند. اما برخی از منتقدان مانند هانس یوناس ادعا می‌کنند که این نتیجه نادرست است و این ادعای سایبرنتیک، اساساً زبانی است (Jonas, 1953).

یکی از نقدهای یوناس به نگاه سایبرنتیکی مسئله هدف است. وی معتقد است فقط انسان است که می‌تواند دارای هدف باشد و نسبت دادن هدف به ماشین استعاری است. وقتی می‌گوییم ماشین به هدف خود نرسیده، یعنی ما به هدف خود نرسیده‌ایم؛ هدفی که برای آن ماشین را طراحی کرده بودیم. درحالی‌که بیمار واقعاً به هدف خود نرسیده است و این تمایز بنیادین میان این دو وجود دارد. آیا ویژگی فیدبک منفی می‌تواند مفهوم هدف را محقق کند؟ آیا شرایط تکنیکی برای اعمال هدفمند می‌توانند خودشان حاوی هدف باشند؟ آیا تجهیزات انگیزش‌پذیر (effector) و پذیرنده - که به‌تنهایی متحرک و مدرک هستند - برای ساخت رفتار انگیزه‌مند (motivated) حیوانی کفایت می‌کند (همان)؟

نکته قابل توجه در اینجا تفاوت میان وضعیت نهایی و وضعیت استراحت است. معنای وضعیت نهایی چیست؟ منظور وضعیتی نیست که در آن هدف محقق شده باشد، زیرا این نهایی بودن وضعیت است که به مفهوم هدف معنا می‌دهد. نهایت جایی است که کنش پایان می‌پذیرد؛ یعنی وضعیت استراحت. وضعیتی که عامل رفتارکننده به یک همبستگی مشخص نسبت به عامل دیگر می‌رسد. این شبیه ایده ارسطو درباره حرکت طبیعی موجودات است. البته تفاوتی جدی میان این دو وجود دارد. ارسطو می‌تواند میان پایان

محض و پایان ذاتی درونی حرکت تمایز قائل شود و بدون چنین تمایزی، مرگ، هدف زندگی انسانی می‌بود. اما طبق تعریف سایبرنتیکی، مرگ (که مشخص‌ترین همبستگی قابل دستیابی برای یک ارگانیسم است)، هدف حرکت کلی زندگی است و راهی برای فرار از این نتیجه وجود ندارد. با تعمیم این ادعا می‌توان گفت که افزایش آنتروپی (تا آخرین نفس دنبال کردن)، مسیر همه فرایندهای طبیعی را تعریف می‌کند و آنتروپی بیشینه، هدفی است که جهت همه رفتارها را معین می‌کند (همان).

سال‌ها بعد نقدهایی شبیه به نقدهای یوناس توسط فیلسوفان ذهن مطرح شد. این نقدها تعبیر فیزیکالیستی از مغز را به چالش می‌کشند. جان سرل^{۱۳}، هربرت درایفوس و دیوید چالمرز^{۱۴} از جمله فیلسوفان معاصر هستند که نگاه مکانیکی و کارکردگرایانه به انسان را نقد می‌کنند. البته در ادبیات معاصر مستقیماً اسمی از سایبرنتیک به میان نمی‌آید ولی بسیاری از نقدها در انتها به تفکر سایبرنتیکی برمی‌گردد.

۷. نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد پذیرش این مسئله که انسان هم نوعی ماشین هوشمند است، کنترل سایبرنتیکی بر انسان را قابل قبول می‌نماید. وقتی انسان تنها یک ماشین هوشمند دیده شود، کنترل ناخودآگاه وی توجیه‌پذیر می‌شود و دلیلی برای توجه به نظر وی وجود نخواهد داشت. اما در مقابل اگر آگاهی و اختیار یک انسان محترم شمرده شود و به کرامت انسان ارج نهاده شود، آنگاه کنترل یک انسان به راحتی قابل توجیه نخواهد بود و با چالش‌های اخلاقی جدی مواجه خواهد شد که لازم است در پژوهش‌هایی مستقل به آن پرداخته شود. همانطور که وینر در دهه ۱۹۵۰ معتقد بود که می‌توان اطلاعات افراد را گرفت و با بازخورد به آن‌ها، اتافک شرطی‌سازی‌ای ایجاد کرد که رفتار انسان‌ها را کنترل کند، امروز هم به نظر می‌رسد یک سیستم کامپیوتری جهانی را می‌توان تصور کرد که در آن، همه ما دستگاه‌هایی (تلفن همراه) را همراه خود داریم که این دستگاه‌ها بر اساس کارهای ما، به ما بازخورد می‌دهند و همه انسان‌های ساکن زمین، در معرض یک فرایند اصلاح رفتار قرار دارند.

شرکت‌هایی مانند فیسبوک (Facebook)، اپل (Apple)، آمازون (Amazon) و گوگل (Google) به صورت رایگان و با تبلیغات متولد شدند. کامپیوترها هم طبق قانون مور،

کارآمدتر و ارزان تر تولید شدند. الگوریتم‌های آنها بهتر شد. کاربرهای این فناوری‌ها هم باهوش تر شدند و چیزهای جدیدی را تجربه کردند و فرایند رشد این شرکت‌ها دیگر به شکل تبلیغاتی ادامه نیافت و به نظر می‌رسد مأموریت اصلی این شرکت‌ها، که در بستر شبکه‌های اجتماعی پیگیری می‌شود، اصلاح رفتار کاربران و مدیریت و کنترل ذهن‌های آنها شده است. حکمرانی بر این سیستم‌های انسانی و اجتماعی؛ همان چیزی که نوربرت وینر می‌گفت. چرا که بر اساس ایده سایبرنتیک، می‌توان برای یک سیستم هدف تعیین کرد، با رفتارگرایی به این سیستم (اعم از موجودات زنده و غیر زنده) پاداش داد یا آن را مجازات کرد و اینگونه به آن بازخورد داد و آن را در جهتی تغییر داد که مطابق با این هدف بیرونی رفتار خود را اصلاح کند.

همانطور که گفته شد، به باور وینر، مردمی که در چنین فرایندهایی تربیت می‌شوند، نمی‌توانند با مشکلات خود مواجه شوند و چنین جامعه‌ای یک جامعه دیوانه است. این تقلیل انسان مختار به انسانی با احساس اختیار و در واقع فاقد اختیار است. البته، وینر فکر می‌کرد چنین اتفاقی هرگز رخ نخواهد داد و جامعه انسانی نمی‌تواند به چنین فناوری‌هایی دست یابد.

پیش از ظهور اینترنت، اعمال قدرت و کنترل بر مردم و محدود کردن آزادی‌های آنها توسط حکومت‌ها انجام می‌شد. اما اینترنت بستری را فراهم کرده است که نوع جدیدی از حکومت توسط بخش خصوصی و در فضای سایبر بر مردم اعمال شود. افرادی که در فرایندهای کدنویسی نرم‌افزارها، طراحی و تعیین شرایط استفاده از خدمات مشارکت دارند، تصمیم می‌گیرند که ما مجاز به انجام چه کارهایی در دنیای دیجیتال هستیم و از انجام چه کارهایی منع می‌شویم. امروز با کمک اینترنت هر لحظه داده‌های زیادی قابل جمع‌آوری کردن است. پردازش و تحلیل این حجم از داده از عهده انسان یا سیستم‌های ساده پردازشی خارج است. اما هوش مصنوعی توان این کار را دارد. هوش مصنوعی نقش اساسی در پردازش اطلاعات و داده‌های این فناوری‌ها داشته و دارد؛ به طوری که به جرات می‌توان گفت بدون هوش مصنوعی رسیدن به آرمان و هدف سایبرنتیک یعنی کنترل جریان اطلاعات یک رویا بود. بدین ترتیب هرم: شبکه، داده، پردازش، کنترل تکمیل شده است. در یک جمله می‌توان گفت جهان امروز با عینک سایبرنتیک به انسان می‌نگرد و از ابزار هوش مصنوعی برای کنترل انسان استفاده می‌کند.

پی‌نوشت‌ها

1. James Watt (1736-1819): فیزیک‌دان و مخترع مشهور اسکاتلندی
2. André-Marie Ampère (1775-1836): ریاضی‌دان و فیزیک‌دان فرانسوی
3. James Clerk Maxwell (1831-1879): فیزیک‌دان اسکاتلندی
4. Norbert Wiener (1894-1964): ریاضی‌دان آمریکایی
5. W. Ross Ashby (1903-1972): روانپزشک انگلیسی و از پیشگامان علم سایبرنتیک
6. Anthony Stafford Beer (1926-2002): استاد بریتانیایی مدرسه بازرگانی منچستر و محقق در زمینه سایبرنتیک
7. این اصطلاح توسط دانا هارای (Donna J. Haraway) در کتاب بوزینه‌ها، سایبورگ‌ها و زنان: بازسازی طبیعت جعل شده است.
8. Warren Sturgis McCulloch (1898-1969): متخصص اعصاب، روانشناس و سایبرنتیست آمریکایی
9. Pamela McCorduck (1940-): محقق و نویسنده در زمینه تاریخ و فلسفه هوش مصنوعی
10. Allen Newell (1927-1992): محقق آمریکایی در زمینه علم رایانه و روانشناسی شناختی
11. Herbert Alexander Simon (1916-2001): سیاستمدار، جامعه‌شناس، روانشناس، اقتصاددان و دانشمند اهل آمریکا
12. Walter Harry Pitts (1923-1969): منطقدان و عضو اصلی و موثر در کنفرانس‌های میسی.
13. John Searle (1932-): فیلسوف آمریکایی
14. David John Chalmers (1966-): فیلسوف و دانشمند علوم شناختی

کتاب‌نامه

- Dubberly, H. and Pangaro, P. (2015). "Cybernetics and design: Conversations for action. *Cybernetics & Human Knowing*", 22, 2-3, 73-82.
- Jonas, H. (1953). "A Critique of Cybernetics", *Social Research*, Vol. 20, No. 2. 172-192.
- McCorduck, P. (2019). *This Could Be Important: My Life and Times with the Artificial Intelligentsia*, ETC Press.

- McCulloch, Warren S. and Walter H. Pitts (1943). "A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity", Reprinted from the Bulletin of Mathematical Biophysics, Vol. 5, pp. 115-133.
- Nikolas Martelaro, Wendy Ju, (2018). "Cybernetics and the design of the user experience of AI systems"
- Novikov, D. A. (2016), Cybernetics: From Past to Future, Springer.
- Ronald R. Kline. (2011). "Cybernetics, Automata Studies, and the Dartmouth Conference on Artificial Intelligence", Published by the IEEE Computer Society, 2011.
- Umpleby, S. A. (2008). "A Short History of Cybernetics in the United States", Osterr. Z. Geschichtswiss, 19, 28-40.
- Wiener, N. (1950). The Human Use of Human Beings, The Riverside Press (Houghton Mifflin Co.)
- Wiener, N. (1961). Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine, Vol. 25. In N. Wiener. MIT press.

