- **جرج بول و جبر بولی**، *دانشمند*، سال ۲۴، ویژه نامهٔ شمارهٔ ۲۷ (علم الکترونیک)، اسفند ۱۳۶۵، ص۴۴-۴۶.

٤٦-٤٤

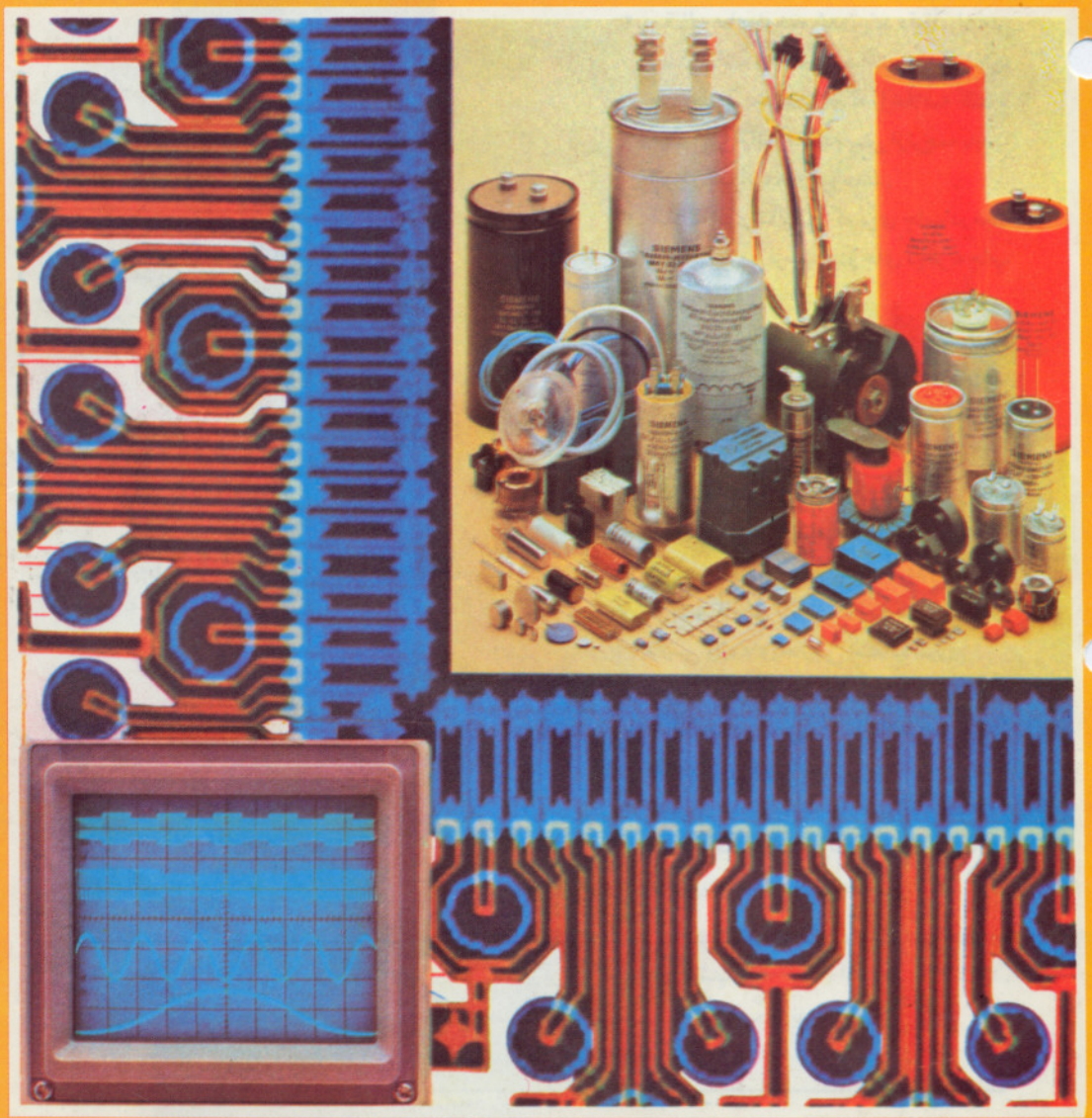
جرج بول و جبر بولی

دانشمند

ویژه نامهٔ علم الکترونیک

۲۷ سال بیست و چهارم، اسفند ماه ۱۳۶۵

بها ۱۵۰ ریال



* در این شماره می‌خوانید :

درباره‌ٔ این شماره ۴
الکترونیک از آغاز تا امروز (ترجمهٔ بهرام معلمی) ۵
الکترونیک در سی سال گذشته ۱۱
پیشاهنگان علم الکترونیک ۱۷
سیمای جهان در پرتو دستاوردهای الکترونیک (ترجمهٔ توفیق حیدرزاده) ۱۹
ژاپن در راه ساختن نوارهای ضبط دیجیتال (ترجمهٔ اختر رجبی) ۲۶
ماشینهای احساساتی، نسل جدید روبوتها (ترجمهٔ فرخ ماهان) ۳۱
هماوردجویی هوش مصنوعی (ترجمهٔ رسول برادران سرخابی) ۳۸
جرج بول و جبر بولی (نوشتهٔ مهندس محمد باقری) ۴۴
پیوند مکانیک و الکترونیک، رمز بقا در عرصهٔ رقابت (ترجمهٔ هالهٔ المعی) ۴۷
از ماکسول تا مارکونی (ترجمهٔ بهرام معلمی) ۵۵
تکنیکهای مقابله با رادار (ترجمهٔ جهانشاه میرزابیگی) ۶۱
مدلهای گوناگون ارتباطات امروزی (ترجمهٔ هالهٔ واحدی) ۷۴
مواد مغناطیسی و الکترونیکی (ترجمهٔ جهانشاه میرزابیگی) ۷۶
آنتن چیست و چگونه کار می‌کند (ترجمهٔ هالهٔ واحدی) ۸۹
نوار و دیسک ویدئو (ترجمهٔ مجید ملکان) ۹۱
پرتو الکترومغناطیسی چیست؟ (ترجمهٔ مجید ملکان) ۱۰۲
برخی از کتابهای مفید دربارهٔ الکترونیک ۱۰۷
تعریف برخی از واژه‌ها و اصطلاحات الکترونیک ۱۱۰

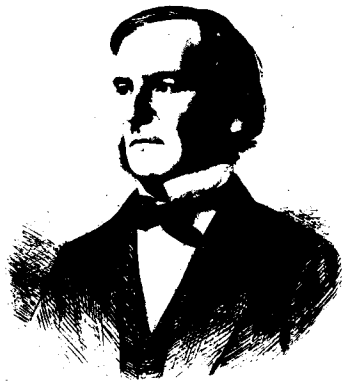
پوزش و تصحیح

۱. در سطر سوم شرح عکسهای روی جلد (صفحه ۱۱۳)، لطفا "سمت راست" را "سمت چپ" بخوانید.

۲. کارهای لیتوگرافی روی جلد و داخل جلد این ویژه‌نامه به وسیله لیتوگرافی "فردوسی" انجام شده است، که به‌اشتباه "امین‌گرافیک" چاپ شده است. از همکارانمان در لیتوگرافی امین‌گرافیک و لیتوگرافی فردوسی پوزش می‌خواهیم.

گردآوری و ترجمهٔ مهندس محمد باقری

جرج بول و جبر بولی



جرج بول (۱۸۱۵–۱۸۶۴)، ریاضیدان انگلیسی، جبری بنیان نهاد که مبنای منطق کامپیوترها قرار گرفت.

جبر بولی نوعی جبر غیرمعمولی است که به توسط **جرج بول** ابداع شد. بول یک ریاضیدان انگلیسی بود که در قرن نوزدهم می‌زیست. وی در سال ۱۸۱۵ متولد شد. پدرش کفاش بود و جرج فردی خودساخته بار آمد. ابتدا درنظر داشت وارد کلیسا شود. در سن شانزده‌سالگی در یک مدرسهٔ خصوصی، ریاضیات تدریس می‌کرد. در سال ۱۸۳۵ شخصا مدرسه‌ای تاسیس کرد. در سال ۱۸۴۹ به سبب اعتباری که ناشی از انتشار اولین کتابش بود به استادی کالج

آدمهای ماشینی خواهیم داشت. اما این ماشینها هفته آینده، یا سال آینده، و نه حتی در دههٔ آینده عهده‌دار کار نخواهند شد. ما اکنون چندی است که حاصل کارهایمان را می‌بینیم، اما این نباید به عنوان نوشداروی مسائل جهان یا نشانهٔ آغاز پایان به‌کارگیری انسانها در جهان تلقی شود. این تنها بیانگر گامهای جالب تکنولوژیکی است که درطول زمان بتدریج بیشتر خواهد شد.

پرسش: اگرهوش‌مصنوعی کاربردهای اقتصادی مهم و فراوان پیدا کند، چگونه بر شکاف تکنولوژیکی میان کشورهای رشدیافته و رشدیابنده تاثیر خواهد گذاشت؟ آیا این شکاف عمیقتر نخواهد شد؟

پاسخ: نه. درواقع، نخستین انواع فراورده‌های تکنولوژیکی مبتنی بر هوش مصنوعی در دسترس کشورهای رشدیابنده خواهد بود. به عنوان مثال، کامپیوتری که راهنماییهای پزشکی ارائه می‌دهد بروشنی برای روستاهای دورافتادهٔ یک کشور رشدیابنده استفادهٔ بیشتر خواهد داشت تا برای شهری بزرگ چون نیویورک. حتی در جایی که برق نیست، امکان دارد از کامپیوتر باطری‌دار استفاده کرد که اطلاعاتش از ماهواره‌ها برسد. صنایعی وجود دارند که قادر به فراهم ساختن اطلاعات هستند، و این‌نوع اطلاعات است که برای کاستن شکاف تکنولوژیکی ضرورت دارد. امروزه کامپیوترها ابدا گران نیستند و ارزانتر هم می‌شوند. بهترین قیاس، ماشین‌حساب قابل حمل دستی است که زیاد خرج بردار نیست و همگان را قادر می‌سازد تا ریاضیات پیچیده را بدرستی انجام دهند. اینها را در همه‌جای دنیا می‌توانید مشاهده کنید. من معتقدم که سیستمهای آگاهی‌بخش هوش مصنوعی همان مسیر را خواهند پیمود.

کوئین در کورک (ایرلند) منصوب شد، بی‌آنکه مدرک تحصیلی لازم را داشته باشد. به این ترتیب بول برای نخستین‌بار در زندگیش طعم امنیت نسبی را چشید. وی تا پایان عمر در همان کالج باقی ماند.

کار مهم بول استفاده از دستگاهی ریاضی برای بیان موضوعات منطقی بود. اندیشهٔ تشابه بین جبر و منطق در دو اثر عمدهٔ وی ظاهر شد: ***تحلیل ریاضی منطق*** (۱۸۴۷) و **تحقیقی در *قوانین تفکر*** (۱۸۵۴). کتاب اخیر که در زمان بول چندان موردتوجه قرار نگرفت امروزه بسیار مهم به‌شمار می‌آید و طی سالهای اخیر بارها تجدیدچاپ شده و به زبانهای گوناگون ترجمه شده است. این کتاب رابطهٔ بین ***جبر بولی*** و ***قوانین تفکر انسان*** را نشان می‌دهد و در پیدایش منطق جدید موثر بوده است.

در زمان انتشار کتاب فوق، ریاضیدانان نمی‌توانستند ریاضی شدن منطق را بآسانی بپذیرند. این کار به نظر آنها بیشتر یک بازی پیچیده با کلمات بود. اما بعدها معلوم شد که ***منطق نمادی*** که موضوع موردبحث کتاب بول است، کارآمدترین ابزار (و درواقع ابزار اصلی) برای حل مسائل مربوط به فلسفهٔ ریاضی است.

تلاش برای ایجاد پایهٔ کاملا منطقی برای ریاضیات، نخستین‌بار توسط **فرگه** انجام شد و به دست ***وایتهد*** و ***راسل*** به نقطهٔ اوج خود رسید. برای این کار جبر بول مورداستفاده قرار گرفت.

جبر مدارهای راهدهی (سویچینگ) و ***جبر گزاره‌ها*** نمونه‌های پرکاربردی از جبر بولی است. جبر بولی نمونهٔ درخشانی از یک نظریهٔ ریاضی است که ابتدا صرفا جنبهٔ انتزاعی داشت ولی بعدها کاربردی آنچنان گسترده یافت که امروزه در تحقیقات کامپیوتری و الکترونیکی رکنی اساسی به شمار می‌آید.

بول در جبر، آنالیز، حساب تغییرات و نظریهٔ احتمالات هم کار کرد و به فلسفهٔ ***ارسطو*** و ***اسپینوزا*** علاقه‌مند بود. وی در سال ۱۸۶۴ یعنی در سن چهل‌ونه سالگی بر اثر بیماری سینه‌پهلو درگذشت. علت دچارشدنش به این بیماری اصرار وی به تدریس بود، درحالی‌که در اثر سه کیلومتر پیاده‌روی در باران پاییزی کاملا خیس شده بود.

* * *

تعریف جبر بولی

جبر بولی عبارت است از مجموعه‌ای دلخواه از عناصر α، β، γ، . . . که دو عمل موسوم به ***جمع*** و ***ضرب*** برایشان تعریف شده است. این اعمال به دو عنصر دلخواه α و β عنصر مجموع آنها $\alpha(+)\beta$ و عنصر ***حاصلضرب*** آنها $\alpha(\times)\beta$ را نسبت می‌دهد (توجه کنید که در اینجا دو واژهٔ ***ضرب*** و ***جمع*** به معنایی غیر از معنای رایج در حساب به کار می‌روند. این مطلب با مثالی که بعدا خواهد آمد روشنتر می‌شود. به همین علت علامت جمع و ضرب را داخل دایره نوشتیم. ولی عموما با درنظر داشتن تفاوتی که به آن اشاره شد، مجموع و حاصلضرب را به صورت معمولی $\beta+\alpha$ و $\alpha\beta$ می‌نویسند). بعلاوه، به‌ازای هر عنصر α، عنصر دیگری به نام ***متمم*** α در مجموعه وجود دارد که آن را به صورت $\overline{\alpha}$ می‌نویسند. همچنین مجموعه باید شامل دو عنصر "خاص" ***صفر*** (۰) و ***یک*** (۱) باشد و قانونهای زیر باید صدق کنند:

قانونهای ضرب

$\alpha\beta = \beta\alpha$	(الف ۱)
$(\alpha\beta)\gamma = \alpha(\beta\gamma)$	(الف ۲)
$\alpha\alpha = \alpha$	(الف ۳)

قانونهای جابه‌جایی‌پذیری
قانونهای انجمنی
قانونهای خودتوانی

قانونهای جمع

(۱)	$\alpha+\beta = \beta+\alpha$
(۲)	$(\alpha+\beta)+\gamma = \alpha+(\beta+\gamma)$
(۳)	$\alpha + \alpha = \alpha$

قانونهای ربط دهندهٔ جمع و ضرب

$\alpha\beta+\gamma=(\alpha+\gamma)\ (\beta+\gamma)$ (الف ۴) قانونهای توزیع‌پذیری $(\alpha+\beta)\gamma=\alpha\gamma+\beta\gamma$ (۴)

قانونهای مربوط به دو عنصر صفر و یک

$\alpha\cdot 1=\alpha$ (الف ۵) $\alpha+0=\alpha$ (۵)

$\alpha\cdot 0=0$ (الف ۶) $\alpha+1=1$ (۶)

قانونهای مربوط به متمم

$\bar{\bar{\alpha}}=\alpha$ (۷)

$\bar{1}=0$ (الف ۸) $\bar{0}=1$ (۸)

قانونهای ربط دهندهٔ متمم با اعمال ضرب و جمع

$\overline{\alpha\beta}=\bar{\alpha}+\bar{\beta}$ (الف ۹) فرمولهای دومورگان $\overline{\alpha+\beta}=\bar{\alpha}\,\bar{\beta}$ (۹)

اعمال جمع و ضرب که به دو عنصر α و β عنصر مجموع $(\alpha+\beta)$ یا حاصلضرب $(\alpha\beta)$ را نسبت می‌دهند، اعمال **دوتایی** خوانده می‌شوند. به همین قیاس، **متمم‌گیری** که به **یک** عنصر α، عنصر متمم آن $(\bar{\alpha})$ را نسبت می‌دهد، عملی **یکتایی** به شمار می‌آید.

تعریف رسمی جبر بول در ریاضیات خلاصه‌تر از آن است که در بالا گفته شد زیرا مثلا اگر فقط اعمال جمع و متمم‌گیری تعریف شوند، عمل ضرب را می‌توان براساس این دو عمل تعریف‌شده و به کمک فرمول دومورگان: $\alpha\beta=\overline{\bar{\alpha}+\bar{\beta}}$ تعریف کرد.

مثال: اگر مجموعهٔ موردنظر را کلیهٔ اعداد بین صفر و یک به همراه خود صفر و یک بگیریم و جمع و ضرب را چنین تعریف کنیم:

مثلا
$0/2\cdot 0/65=0/2$ (عدد کوچکتر بین دوعدد α و β) $=\alpha\beta$
$0/2+0/65=0/65$ (عدد بزرگتر بین دوعدد α و β) $=\alpha+\beta$

در این‌صورت یک جبر بولی خواهیم داشت (صحت قانونهای گفته‌شده را در این جبر بولی می‌توانید بررسی کنید).

گاهی در تعریف جبر بولی دو شرط دیگر هم ذکر می‌شود که اهمیت آنها به اندازهٔ قانونهایی که در بالا گفتیم نیست:

$a\bar{a}=0$ (الف ۱۰) و $a+\bar{a}=1$ (۱۰)

جبرهای بولی که دو شرط اخیر هم در آنها صادق باشد، جبر بولی **کامل** خوانده می‌شوند. درغیراین‌صورت جبر بولی را **ناقص** یا **تعمیم‌یافته** می‌نامند.

اگر در مثال بالا، شرطهای (۱۰) و (الف ۱۰) را هم وارد کنیم، این جبر بولی تنها می‌تواند شامل دو عنصر صفر و یک باشد. دانشمند

برای مطالعهٔ بیشتر خوانندگان علاقمند، کتاب زیر به زبان فارسی وجود دارد:
"مقدمه بر جبر بول و کاربردهای آن در زنجیرهای اتصالیها" نوشتهٔ موریس پاردی، ترجمهٔ احمد شرف‌الدین، تهران، مروج، ۱۳۵۳.