

اتوماتای یادگیر سلولی و کاربردهای آن*

محمد رضا میبدی (استاد)

حمید بیگی (دانشجوی دکتری)

مسعود طاهرخانی (کارشناس ارشد)

آزمایشگاه محاسبات نرم، دانشکده‌ی مهندسی کامپیوتر، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
و مرکز مطالعات فیزیک نظری و ریاضیات، پژوهشکده‌ی علوم کامپیوتر

در این نوشتار مدل جدیدی تحت عنوان اتوماتای یادگیر سلولی^۱ (CLA) معرفی می‌شود و رفتار آن از طریق شبیه‌سازی رایانه‌یی مورد مطالعه و ارزیابی قرار می‌گیرد. براساس این مدل، یک مجموعه اتوماتای یادگیر^۲ (LA) در شبکه‌یی نظیر آنچه در اتوماتای سلولی وجود دارد، قرار گرفته‌اند و نسبت به رفتار همسایه‌های خود عکس‌العمل نشان می‌دهند. هر اتوماتا در این مدل، براساس یک الگوریتم یادگیری عمل می‌کند و در طی زمان یاد می‌گیرد که در مقابل محیط پیرامونش چگونه بهترین پاسخ را بروز دهد. این مدل پیشنهادی کاربردهای متعددی دارد که از آن جمله می‌توان به مدل کردن سیستم‌های اجتماعی، سیستم‌های زیست‌شناختی و پردازش تصاویر اشاره کرد. در این گزارش به دو نمونه‌ی انتشار شایعه و پردازش تصاویر اشاره خواهد شد.

مقدمه

بررسی برخی از قوانین استفاده شده، نتایج حاصل از انجام آزمایشات با این قوانین و اتوماتاهای مختلف را ارائه می‌کنیم. در خاتمه، دو کاربرد از اتوماتای یادگیر سلولی در پدیده‌ی انتشار شایعه و پردازش تصاویر ارائه خواهد شد.

اتوماتای سلولی

اتوماتای سلولی مدلی است برای سیستم‌هایی که در آنها چندین مؤلفه‌ی ساده برای تولید الگوهای پیچیده با هم همکاری می‌کنند. اتوماتای سلولی متشکل است از یک شبکه‌ی منظم سلولی، که هر سلول می‌تواند مقدار مختلف ($k > 1$) باشد. سلول‌های اتوماتای سلولی در زمان‌های گسسته به‌طور همزمان و بر طبق یک قانون محلی به نام Φ به‌هنگام می‌شوند که در آن مقدار هر سلول براساس مقادیر سلول‌های همسایه تعیین می‌شود. اتوماتای سلولی براساس معیارهای مورد بررسی به دسته‌های مختلف تقسیم می‌شود. مثلاً اتوماتای سلولی براساس معیار بُعد شبکه به اتوماتای سلولی یک‌بعدی، دوبعدی، ... تقسیم می‌شود و براساس مقدار k به اتوماتای سلولی دودویی (به‌ازاء $k = 2$) و اتوماتای سلولی چندمقداره (به‌ازاء $k > 2$) تقسیم می‌شوند. همچنین اتوماتای سلولی را براساس شکل همسایه‌ها می‌توان به دو دسته اتوماتای سلولی با مرز تناوبی و اتوماتای سلولی با مرز غیرتناوبی تقسیم کرد. مثلاً اتوماتای سلولی یک‌بعدی با n سلول (شکل ۱) را، در صورتی که سلول‌های شماره‌ی ۱ و n همسایه باشند، اتوماتای سلولی با مرز تناوبی، و در صورتی که

اتوماتای سلولی در اواخر دهه‌ی ۱۹۴۰ توسط یان ون نیومان مطرح شد؛ سپس ریاضیدانی به نام استانیلاو یولام آن را به عنوان مدلی برای بررسی رفتار سیستم‌های پیچیده پیشنهاد کرد.^[۲] اتوماتاهای سلولی سیستم‌های دینامیکی‌اند که ظرفیت اطلاعاتی پائینی دارند و به همین دلیل برای برخی کاربردها مطلوب نیستند. ظرفیت اطلاعاتی این سیستم‌ها را می‌توان به کمک یادگیری افزایش داد.^[۳]

اتوماتای یادگیر اولین بار، توسط م. ل. تستلین در اوایل دهه‌ی ۱۹۶۰ در شوروی سابق مطرح شد. اتوماتاهای یادگیر در محیطی تصادفی عمل می‌کنند و قادرند براساس ورودی‌های دریافت شده از محیط، احتمال انجام عملیات خود را به‌روز درآورند و از این طریق کارایی خود را بهبود بخشند.

در این نوشتار، با توجه به ویژگی‌های دو مدل فوق، مدل جدیدی به نام اتوماتای یادگیر سلولی (CLA) پیشنهاد می‌شود. در این مدل هر سلول در اتوماتای سلولی مجهز به یک اتوماتای یادگیر است که وضعیت این سلول را مشخص می‌کند. هر اتوماتای یادگیر، براساس یک الگوریتم یادگیری عمل می‌کند و در طی زمان یاد می‌گیرد که از طریق تعامل (فعل و انفعال) با محیط چگونه بهترین پاسخ را انتخاب کند. در حالت خاص، مدل جدید رفتار اتوماتای سلولی را از خود نشان می‌دهد و به همین دلیل CLA در برگیرنده‌ی CA می‌باشد.^[۵] در ادامه، ضمن شرح اتوماتای سلولی و اتوماتای یادگیر، به معرفی مدل جدید اتوماتای یادگیر سلولی خواهیم پرداخت. سپس با

ISSN 1028-7167

Journal of Science & Technology

NEW SERIES
Autumn
Winter
2003-2004

No.

25

Sharif