

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 اتماتای یادگیر سلولی^۱ (*CLA*) معرفی می‌شود و رفتار آن از طریق شبیه‌سازی رایانه‌یی مورد مطالعه و ارزیابی قرار می‌گیرد. براساس این مدل، یک مجموعه اتماتای یادگیر^۲ (*LA*) در شبکه‌یی نظری آنچه در اتماتای سلولی وجود دارد، قرار گرفته‌اند و نسبت به رفتار همسایه‌های خود عکس العمل نشان می‌دهند. هر اتماتا در این مدل، بر اساس 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 زیست‌شناسی و پردازش تصاویر اشاره کرد. در این کزارش به دو نمونه انتشار شایعه و پردازش تصاویر اشاره خواهد شد.

مقدمه

اتوماتای سلولی در اوخر 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.^[۱] اتماتاها را سلولی سیستم‌های دینامیکی اند 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.^[۲]

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

در این نوشتار، با توجه به ویژگی‌های دو مدل فوق، مدل جدیدی به نام اتماتای یادگیر سلولی (*CLA*) پیشنهاد می‌شود. در این مدل هر سلول در اتماتای سلولی مجهر به یک اتماتای یادگیر است که وضعیت این سلول را مشخص می‌کند. هر اتماتای یادگیر، براساس یک الگوریتم یادگیری عمل می‌کند و در طی زمان یاد می‌گیرد که از طریق تعامل (فعل و افعال) با محیط چگونه بهترین پاسخ را انتخاب کند. در حالت خاص، مدل جدید رفتار اتماتای سلولی را از خود نشان می‌دهد و به همین دلیل *CLA* در برگیرنده‌ی *CA* می‌باشد.^[۳] در ادامه، ضمن شرح اتماتای سلولی و اتماتای یادگیر، به معرفی مدل جدید اتماتای یادگیر سلولی خواهیم پرداخت. سپس با

بررسی برخی از قوانین استفاده شده، نتایج حاصل از انجام آزمایشات با این قوانین و اتماتاها می‌خواهد. در این مقاله، دو کاربرد از اتماتای یادگیر سلولی در پذیده‌ی 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. اتماتای سلولی مشکل است از یک شبکه‌ی منظم سلولی، که هر سلول می‌تواند مقدار مختلف ($1 < k < n$) باشد. سلول‌های اتماتای سلولی در زمان‌های گستته به طور همزمان و بر طبق یک قانون محلی به نام Φ به هنگام می‌شوند که در آن مقدار هر سلول براساس مقادیر سلول‌های همسایه تعیین می‌شود. اتماتای سلولی براساس معیارهای موردن بررسی به دسته‌های مختلف تقسیم می‌شود. مثلاً اتماتای سلولی براساس معیار بعدی شبکه به اتماتای سلولی یک بعدی، دو بعدی... تقسیم می‌شود و براساس مقدار k به اتماتای سلولی دودویی ($n = 2^k$) و اتماتای سلولی چندمقداره ($n = 2^k$) تقسیم می‌شوند. همچنین اتماتای سلولی را براساس شکل همسایه‌ها می‌توان به دو دسته اتماتای سلولی با مرز تناوبی و اتماتای سلولی با مرز غیرتناوبی تقسیم کرد. مثلاً اتماتای سلولی یک بعدی با n سلول (شکل ۱) را، در صورتی که سلول‌های شماره‌ی ۱ و n همسایه باشند، اتماتای سلولی با مرز تناوبی، و در صورتی که

ISSN 1028-7167

Journal of Science & Technology

NEW SERIES
Autumn
Winter
2003-2004

No.

25

Sharif