



# حیات مصنوعی

جلد اول

تالیف:

دکتر سعید تاشی

دانشیار دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دکتر آرش رحمان

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودین

رحمان، آرشی، ۱۳۵۵-

حیات مصنوعی / نالیف آرشی رحمان، سعید ستایشی. رودهن: دانشگاه آزاد اسلامی (رودهن)، ۱۳۸۸.

۲ج: جلد یک ۱۴۹ ص: مصور (رنگی)، جدول، نمودار.

شابک: ۷-۷۱۹-۷۲۳-۹۶۴-۹۷۸

واژه نامه

کتابنامه ص: ۱۳۶-۱۲۸

نمایه

فهرست نویسی: فیبا

۱. زندگی مصنوعی. الف. ستایشی، سعید. ۱۳۳۵- ب. دانشگاه آزاد اسلامی واحد

رودهن. ج. عنوان

۱۱۳/۸

ح ۹/۳/۱۸/۸ BD

نام کتاب: حیات مصنوعی، جلد اول

نویسندگان: آرشی رحمان و سعید ستایشی

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن

ویراستار: آرشی رحمان

طراحی روی جلد: آرشی رحمان

نوبت چاپ: اول

سال انتشار: ۱۳۸۸

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: سازمان چاپ و انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی

تیراژ: ۲۰۰۰

قیمت ۳۰۰۰۰ ریال



آرش رحمان، در سال ۱۳۸۶ دکتری تخصصی (PhD) خود را در رشته مهندسی کامپیوتر از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران اخذ نمود. وی در حال حاضر استادیار گروه مهندسی کامپیوتر دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن می باشد. رساله دکتری وی درباره بهینه سازی در سیستم های پیچیده با استفاده از اتوماتای سلولی مبتنی بر متد فضای قندی در جامعه مصنوعی نگارش یافته است. دکتر رحمان در سال ۱۳۸۸ دبیر علمی اولین کنفرانس ملی مهندسی نرم افزار ایران بوده است. وی

همچنین عضو کمیته علمی بسیاری از کنفرانس های مطرح بوده است. دکتر رحمان در سال ۱۳۸۸ به عنوان پژوهشگر نمونه دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن انتخاب شده است. از وی تا کنون بیش از ۲۵ مقاله در مجلات علمی و پژوهشی و کنفرانس های مطرح بین المللی و داخلی از جمله مجله علمی و پژوهشی رفاه اجتماعی، مجله بین المللی مهندسی (IJE)، مجله بین المللی هوش مصنوعی و جامعه (AI & Society) و مجله علمی و پژوهشی مدیریت سلامت به چاپ رسیده است. زمینه های اصلی کاری وی سیستم های پیچیده، حیات مصنوعی، جامعه مصنوعی، مدل فضای قندی و سیستم های مبتنی بر عامل می باشد.



سعید ستایشی، در سال ۱۳۷۳ دکتری تخصصی (PhD) خود را در رشته مهندسی برق و کامپیوتر از دانشگاه صنعتی نوا اسکوشیا شهر هالیفاکس کانادا (TUNS) اخذ نمود. وی در حال حاضر دانشیار دانشکده مهندسی هسته ای و فیزیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر است. ایشان همچنین استاد مدعو گروه کامپیوتر دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران می باشد. دکتر ستایشی از صاحب نظران بحث حیات مصنوعی و سیستم های پیچیده بوده و تحقیقات بسیاری را

در این زمینه به انجام رسانیده و دانشجویان بسیاری را در مقاطع تحصیلات تکمیلی هدایت و راهنمایی نموده است. از وی تا کنون بیش از ۱۰۰ مقاله در مجلات ISI، علمی و پژوهشی و کنفرانس ها به چاپ رسیده است. زمینه های تحقیقاتی مورد علاقه وی در زمینه های هوش مصنوعی، حیات مصنوعی، کنترل هوشمند (عصبی، خبره، فازی، ژنتیک الگوریتم، اتوماتای سلولی و اتوماتای یادگیر)، پردازش سیگنال تطبیقی، مدلسازی مبتنی بر عامل، جامعه مصنوعی، تکامل اجتماعی، توزیع ثروت، سیستم های مبتنی بر دانش و پویایی سیستم های پیچیده می باشد.

## پیشگفتار

مطالعه سیستم های پیچیده در یک قالب واحد در سالهای اخیر به عنوان زمینه ای جدید، در چارچوب مرزبندیهای علمی جای گرفته و به عنوان محملی که بتواند حوزه های مختلف از فیزیک گرفته تا مردم شناسی و از طراحی گرفته تا پیاده سازی را در برگیرد، شناخته می شود.

در حال حاضر برای تحلیل فرایند در سیستم های پیچیده دو راه پیش رو می باشد: یکی روشهای محاسباتی<sup>۱</sup>، که در قبال سیستم های پیچیده ای که شکل عددی/ شمارشی داشته و حالت وظیفه مندی دارند، بکار گرفته شده و به مسائلی پاسخگو هستند که دست یافتنی بوده و وجوه، پارامترها و رفتار آنها به راحتی قابل دستیابی و مطالعه است. در غیر آنصورت بکارگیری روش های منبعث از هوش مصنوعی اجتناب ناپذیر است.

از همین رو با توجه به مشکلات موجود در بکارگیری روشهای محاسباتی کلاسیک، استفاده از روش های خودکار در تحلیل، شناسایی و بهینه سازی سیستم های پیچیده بصورت جدی مطرح می باشد. یکی از مهمترین این ابزارها در کار بهینه سازی، استفاده از اتوماتای سلولی است. این اتوماتا ابزاری محاسباتی و خودکار است که بر اساس انتظاری که از رفتار سیستم می رود و مبتنی بر اطلاعات صحنه به صورت خود سازمان یافته<sup>۲</sup> عمل می نماید. اتوماتای سلولی یک ابزار تکرارگر تطبیقی است، که مبتنی بر اطلاعات همسایه ها و بر اساس وظیفه مندی<sup>۳</sup> و قوانین تعریف شده محیطی، قادر به تحلیل و بهینه سازی سیستم می باشد. لذا در این راستا پیش بینی محیط مناسب و اعمال قوانین از نکات مهم استفاده از آن می باشند. استفاده از روش فضای قندی مبتنی بر جامعه مصنوعی در حیات مصنوعی ابزار و محیطی را در اختیار می گذارد که فرایند تحلیل و بهینه سازی سیستم بهتر شکل گرفته و بانجام

---

<sup>۱</sup>.Computational Methods

<sup>۲</sup>.Self Organize

<sup>۳</sup>.Functionality

برسد. مدل فضای قندی در حیات مصنوعی بعنوان یکی از مدل‌های مطرح جامعه مصنوعی و بسیار نزدیک به جامعه بشری، مدلی است راهگشا (حلال برخی از مسائل موجود در نظام های اجتماعی) در جهت انجام شناسایی، بهینه سازی، آزمایش، ساخت و اصلاح تئوری برای سیستمها در نظامهای اجتماعی که می تواند در راستای توسعه آنها نیز بکار گرفته شود.

در این کتاب، در جهت بررسی و مطالعه فرایند در سیستم های پیچیده موجود در نظام های اجتماعی، مدل فضای قندی ارائه شده و با طرح اشکالات تجربی و روش شناختی آن به توسعه محتوایی آن اقدام گردیده است. در خاتمه استفاده از مدل فضای قندی توسعه یافته به عنوان روشی برای شناسایی، تحلیل و بهینه سازی سیستم های پیچیده اقتصادی و اجتماعی در حیات واقعی توصیه شده است.

کتاب حاضر بر اساس پژوهش ها و تحقیقات صورت گرفته و آموزه های مطرح از مباحث موجود در دینامیک سیستم های پیچیده و هوش مصنوعی تالیف شده و ضمن دارا بودن قابلیت تدریس در درس هوش مصنوعی، سیستم های پیچیده و همچنین درس مرتبط در علوم اجتماعی و اقتصادی، مطالعه آن به کلیه علاقه مندان بویژه برنامه ریزان و صاحب نظران اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و کلیه دانش پژوهان و متخصصان رشته های مهندسی کامپیوتر، هسته ای و فیزیک بخصوص در مقاطع تحصیلات تکمیلی و دکتری توصیه می شود.

از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن و مرکز تحقیقات مخابرات ایران که هر کدام به هر نحو پژوهش های صورت گرفته و مرتبط با مفاهیم این کتاب را مورد حمایت قرار داده اند، کمال تشکر و قدردانی می گردد.

آرش رحمان، سعید ستایشی

| صفحه | عنوان                                           |
|------|-------------------------------------------------|
| ۱۰   | پیشگفتار                                        |
| ۱۲   | فصل اول- مقدمه                                  |
| ۱۲   | ۱،۱ انگیزه نگارش کتاب                           |
| ۱۳   | ۱،۲ اهداف نگارش                                 |
| ۱۴   | ۱،۳ تبیین برخی از اصطلاحات مورد استفاده در کتاب |
| ۲۰   | ۱،۴ ساختار کتاب                                 |
| ۲۱   | فصل دوم- حیات                                   |
| ۲۱   | مقدمه                                           |
| ۲۲   | ۲،۱ حیات طبیعی                                  |
| ۲۳   | ۲،۱،۲ تئوری تکامل و پدیده شناسی حیات            |
| ۲۳   | ۲،۱،۲،۱ تئوری تکامل                             |
| ۲۵   | ۲،۱،۲،۲ پدیده شناسی حیات                        |
| ۲۹   | ۲،۱،۲،۳ دینامیک افزایشی کیفی تکامل              |
| ۳۴   | ۲،۱،۲،۴ تابع تناسبی توصیف تکامل                 |
| ۳۶   | ۲،۲ حیات مصنوعی                                 |
| ۳۶   | ۲،۲،۱ منشاء تاریخی                              |
| ۳۷   | ۲،۲،۲ حیات مصنوعی                               |
| ۳۹   | ۲،۲،۳ مفاهیم متدولوژیکی و تعاریف پایه           |
| ۳۹   | ۲،۲،۳،۱ شیوه مرکب (ترکیبی) از مواد مصنوعی       |
| ۴۰   | ۲،۲،۳،۲ سطوح ساختاری                            |
| ۴۱   | ۲،۲،۳،۳ دیدگاه های زمانی در مورد تشریح          |
| ۴۱   | ۲،۲،۳،۴ مسئله چارچوب مرجع                       |
| ۴۳   | ۲،۲،۳،۵ ابزارهای ترکیبی                         |
| ۴۴   | ۲،۲،۳،۶ خودسازماندهی                            |
| ۴۴   | ۲،۲،۳،۷ پیدایش                                  |
| ۴۴   | ۲،۲،۳،۸ حیات مصنوعی، هوش مصنوعی                 |

|    |                                                                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------|
| ۴۵ | ۲,۲,۴ حیات مصنوعی و تکامل در آن                                                      |
| ۴۶ | ۲,۲,۵ جامعه مصنوعی                                                                   |
| ۴۸ | ۲,۲,۳,۸ متدولوژی جامعه مصنوعی، انتخاب و تلفیق<br>متدولوژی ها                         |
| ۵۲ | فصل سوم- فضای قندی                                                                   |
| ۵۲ | مقدمه                                                                                |
| ۵۲ | ۳,۱ فضای قندی                                                                        |
| ۵۳ | ۳,۱,۱ عامل                                                                           |
| ۵۴ | ۳,۱,۲ قوانین                                                                         |
| ۵۴ | ۳,۱,۳ محیط یا فضا                                                                    |
| ۵۴ | ۳,۱,۴ قند (دارائی یا منبع یا انرژی)                                                  |
| ۵۵ | ۳,۲ مدل فضای قندی                                                                    |
| ۵۸ | ۳,۲,۱ پارامترهای عامل                                                                |
| ۶۱ | ۳,۲,۲ پارامترهای محیط                                                                |
| ۶۲ | ۳,۲,۳ قوانین حاکم بر عامل                                                            |
| ۶۵ | ۳,۲,۴ قوانین حاکم بر محیط                                                            |
| ۶۵ | ۳,۳ بهینه سازی تابع تناسب                                                            |
| ۶۸ | فصل چهارم- اشکالات عملی و متدولوژیکی مدل فضای قندی و راهکارهای<br>توسعه و بهبود مدل  |
| ۶۸ | مقدمه                                                                                |
| ۶۹ | ۴,۱ همکاری و ارتباطات در فضای قندی                                                   |
| ۶۹ | ۴,۱,۱ همکاری                                                                         |
| ۷۰ | ۴,۱,۲ ارتباطات                                                                       |
| ۷۱ | ۴,۱,۳ قوانین جدید اضافه شده به محیط فضای قندی کلاسیک<br>بلحاظ وجود ارتباطات و همکاری |
| ۷۱ | ۴,۱,۳,۱ قانون حرف زدن                                                                |
| ۷۱ | ۴,۱,۳,۲ قانون گوش دادن                                                               |

|    |                                                        |
|----|--------------------------------------------------------|
| ۷۲ | ۴,۱,۴ پارامترهای جدید اضافه شده به محیط فضای قندی      |
|    | کلاسیک بلحاظ وجود ارتباطات و همکاری                    |
| ۷۲ | ۴,۱,۴,۲ ژن حرف زدن                                     |
| ۷۲ | ۴,۱,۴,۳ ژن گوش دادن                                    |
| ۷۴ | ۴,۲ کنترل زاد و ولد در فضای قندی                       |
| ۷۴ | ۴,۲,۱ پارامترهای جدید اضافه شده به محیط فضای قندی      |
|    | کلاسیک بلحاظ ایجاد مکانیزم کنترل جمعیت                 |
| ۷۴ | ۴,۲,۱,۱ دوره بهبود جنسی                                |
| ۷۵ | ۴,۲,۱,۲ آستانه تولید مثل                               |
| ۷۵ | ۴,۲,۲ اصلاح قانون تولید مثل فضای قندی کلاسیک بلحاظ     |
|    | ایجاد مکانیزم کنترل جمعیت                              |
| ۷۵ | ۴,۲,۲,۱ قانون تولید مثل اصلاح شده برای کنترل           |
|    | جمعیت                                                  |
| ۷۶ | ۴,۳ توزیع قند بصورت تصادفی در فضای قندی                |
| ۷۷ | ۴,۴ توزیع سن اولیه بصورت تصادفی                        |
| ۷۷ | ۴,۵ گسترش رفتارهای کاوشی پویا در مدل                   |
| ۷۸ | ۴,۶ استمرار حیات در فضای قندی                          |
| ۷۹ | فصل پنجم- الگوهای محاسباتی برای نمایش سیستم های پیچیده |
| ۷۹ | مقدمه                                                  |
| ۸۰ | ۵,۱ تشکیل الگو                                         |
| ۸۰ | ۵,۱,۱ اتوماتای سلولی                                   |
| ۸۷ | ۵,۱,۲ سیستم های لیندن میر                              |
| ۹۰ | ۵,۱,۲,۱ گرافیک های لای پستی                            |
| ۹۲ | ۵,۱,۲,۲ مدلهای پیشرفته                                 |
| ۹۴ | ۵,۱,۳ چندبخشی ها                                       |
| ۹۵ | ۵,۱,۳,۱ چندبخشی ها در طبیعت                            |
| ۹۷ | ۵,۱,۳,۲ تولید چند بخشی ها                              |

|     |                                                                                         |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| ۹۸  | ۵,۲ بهینه سازی در جوامع مصنوعی                                                          |
| ۱۰۴ | فصل ششم- کاربردهای اتوماتای سلولی                                                       |
| ۱۰۴ | مقدمه                                                                                   |
| ۱۰۵ | ۶,۱ استفاده عملی از اتوماتای سلولی در بهینه سازی فرایندهای پیچیده اجتماعی               |
| ۱۱۵ | فصل هفتم- جمع‌بندی و نتیجه گیری                                                         |
| ۱۱۵ | مقدمه                                                                                   |
| ۱۱۶ | ۷,۱ بررسی و تحلیل مدل فضای قندی                                                         |
| ۱۱۷ | ۷,۲ چالشهای پیش روی مدل                                                                 |
| ۱۲۱ | ۷,۳ اشکالات تجربی و متدولوژیکی مدل و ارائه راهکارهای توسعه                              |
| ۱۲۴ | ۷,۴ محدودیت ها                                                                          |
| ۱۲۵ | ۷,۵ استقرار پدیده بهینه سازی و تبیین نتایج حاصل از آن در حل مسئله جهان واقعی            |
| ۱۲۶ | ۷,۶ انجام راستی آزمائی روی نتایج حاصل از آزمایشات و میزان اعتماد به صحت نتایج بدست آمده |
| ۱۲۷ | ۷,۷ نگاهی به آینده                                                                      |
| ۱۲۸ | کتابنامه                                                                                |
| ۱۳۷ | واژه نامه                                                                               |
| ۱۴۷ | نمایه                                                                                   |

## فصل اول

### ۱. مقدمه

#### ۱.۱. انگیزه نگارش کتاب

این کتاب بخشی پیرامون بررسی رفتار افراد در یک محیط را پوشش داده است. مجموعه افراد، یک جامعه را تشکیل می دهد. رفتار افراد بر کنش دیگران تاثیر می گذارد. این تعامل می تواند خیلی صریح (مثلا مبارزه یا جفتگیری) و یا تا اندازه ای غیر مستقیم (مثلا رقابت برای تامین مواد غذایی کمیاب) باشد. می تواند بصورت فعال و یا ناآگاهانه باشد. و یا می تواند بصورت سودمند و یا اجباری باشد. اما همواره یک حداقل وجود دارد و آن اینست که نمی توان گفت که عامل ها (افراد یک جامعه) می توانند کاملاً مستقل از هم عمل کنند. پدیده ای که عمده دانشمندان علوم اجتماعی بر روی آن مطالعه می کنند، روشی است که رفتار جمعیت ها را شکل می بخشد. در شرایطی که خواص محیطی (مثلا رشد مواد غذایی) یا خواص عامل (مثلا تمایل به جفتگیری) تغییر پیدا می کنند، دو مشکل اصلی بوجود می آید [۲۹، ۷]: اول آنکه در بیشتر مواقع، انجام آزمایشات علمی در جوامع انسانی یا حیوانی کاری غیر عملی (یا غیر اخلاقی) است. بزبان دیگر چون این انسانهای آگاه هستند که در آزمایش ها حضور می یابند، آزمایشها بر رفتار آنها به صورتی ناراضی کننده تاثیر می گذارد.

دوم، مشکل پیچیدگی است [۲۹، ۲۴، ۷]. در هر سیستمی، بخشی مجزا اغلب بر بخش های دیگر تاثیر می گذارد. این بدان معنی است که تغییر یک جنبه از سیستم باعث بروز واکنش هایی می شود که همیشه نمی توان در حالتی آسان آن را توضیح داد. برای مثال در صورتیکه شرایط تغذیه عامل ها در یک محیط دو برابر شود، اندازه جمعیت افت خواهد کرد. این امر بنظر منطقی می رسد، اما می توان یک فرضیه دوم را هم پذیرفت و آن اینکه دو برابر کردن شرایط تغذیه عامل ها باعث