مدل سازی مبتنی بر هوش مصنوعی و ارزیابی مبتنی بر داده برای فرایندهای ساخت هوشمند

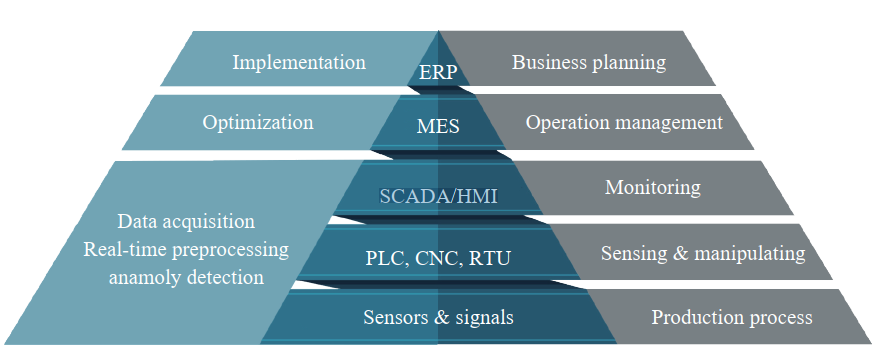
چکیده - تولید هوشمند به تکنیک های بهینه­سازی گفته می شود که با استفاده از رویکردهای پیشرفته تجزیه و تحلیل در عملیات تولید اجرا می­شوند. با افزایش گسترده حسگرهای اینترنت اشياء صنعتي (IIoT) در فرآیندهای تولید ، نیاز تدریجی به رویکردهای بهینه و مؤثر برای مدیریت داده وجود دارد. پذیرش یادگیری ماشین و هوش مصنوعی برای استفاده از داده­های تولیدی می­تواند منجر به اتوماسیون کارآمد و هوشمند شود. در این مقاله، ما یک تجزیه و تحلیل جامع مبتنی بر الگوریتم­های محاسبات تکاملی و یادگیری عمیق برای هوشمند­سازی ساخت نیمه هادی ها انجام می­دهیم. ما یک الگوریتم پویا برای به دست آوردن بینش مفید در مورد فرایندهای تولید نیمه هادی و برای حل چالش­های مختلف پیشنهاد می­کنیم. ما در مورد استفاده از الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی برای پیشنهاد الگوریتم انتخاب ویژگی هوشمند شرح می­دهیم. هدف ما ارائه یک راه حل پیشرفته برای کنترل فرآیندهای تولید و به دست آوردن چشم انداز در ابعاد مختلف است که تولید کنندگان را قادر می سازد به فناوری­های پیش­بینی کننده موثر دسترسی پیدا کنند.

اصطلاحات شاخص - هوش مصنوعی (AI) ، سیستم­های فیزیکی سایبری، انتخاب ویژگی­ها، الگوریتم های ژنتیک (GA)، اینترنت اشياء صنعتي (IIoT)، یادگیری ماشین، شبکه عصبی (NN)، ساخت هوشمند.

مقدمه

طی دهه های اخیر ، صنعت تولید در قالب چهار تغییر عمده witparadigm پیشرفت چشمگیری داشته است. در آخرین انقلاب صنعتی ، صنعت 4.0 ، تولید از اینترنت اشياء صنعتي (IIoT) [1] ، [2] و یادگیری ماشین (ML) استقبال کرده است تا ماشین آلات را قادر به افزایش عملکرد از طریق خودبهینه­سازی کند [3] - [7] . استفاده از کنترل رایانه ای در مراحل تولید می تواند فرایندهای صنعت را هوشمند کند. به طور کلی ، تولید هوشمند (SM) را می توان به عنوان یک رویکرد داده محور تعریف کرد که از دستگاه های اینترنت اشیا و حسگرهای مختلف نظارتی استفاده می کند. استفاده از فناوری های مدرن، به عنوان مثال، IoT همراه با رایانش ابری، در ساخت، دسترسی به داده های ارزشمند را در سطوح مختلف، یعنی شرکت تولیدی، تجهیزات تولید و فرآیندهای تولید فراهم می­کند. با در اختیار داشتن مقدار بسیار زیاد داده های ساخت ، هوش محاسباتی (CI) ما را قادر می­سازد تا داده ها را به بینش تولید در زمان واقعی تبدیل کنیم. بنابراین، تولید می­تواند توسط پیشرفته­ترین(لبه­ی دانشی) هوش محاسباتی و هوش مصنوعی (AI) کنترل شود و وظایف براساس مشاهدات تجربی مدل­سازی می شوند تا ضمن کاهش هزینه­ها، بهره­وری را افزایش دهند.

تولید مقرون به صرفه و پایدار مورد توجه دانشگاه و صنعت قرار گرفته است. با انجام این کار ، تشخیص اینکه چه عواملی نقش اصلی را در نتایج فرآیند بازی می کنند ، از اهمیت زیادی برخوردار است. یک مدل یکپارچه مبتنی بر فرایندهای تولید و تجزیه و تحلیل داده ها در شکل 1 نشان داده شده است. این مدل به لایه های مختلف تقسیم شده است و می تواند به عنوان یک مدل تولیدی یکپارچه با رایانه (CIM) در نظر گرفته شود که از طریق آن هوش محاسباتی می تواند کنترل کل تولید را کنترل کند. فرایندها در سطح برنامه ریزی کسب و کار ، همه تصمیمات در مورد محصول نهایی گرفته می شود. تصمیمات عملیاتی مربوط به فرآیندهای بهینه سازی در سطح مدیریت عملیات مدیریت می شوند. در سطح نظارت ، رویکردهای مختلف نظارتی مبتنی بر حسگر ، به عنوان مثال ، روش های تشخیص ناهنجاری ، استفاده می شود. سرانجام ، به دست آوردن داده ها و پردازش در زمان واقعی ، به ترتیب در سطح فرآیند تولید و سطح سنجش انجام می شود.



اکتساب داده ها

پیش پردازش در زمان واقعی

تشخیص ناهنجاری

سنجش و دستکاری

فرایند تولید

نظارت

مدیریت عملیات

بهینه سازی

برنامه ریزی کسب و کار

پیاده سازی

شکل 1. سطوح مختلف اتوماسیون و تجزیه و تحلیل داده های مربوطه (ERP: = برنامه ریزی منابع سازمانی ؛ MES: = ساخت سیستم های اجرایی ؛ SCADA: = کنترل نظارتی و به دست آوردن داده ها ؛ HMI: = رابط ماشین-انسان ؛ PLC: = کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی ؛ CNC: = کنترل عددی کامپیوتر ؛ RTU: = واحد ترمینال از راه دور).

رویکرد اجرا شده در این کار با هدف کاهش هزینه ها و خطرات تولید و ارتقاء توسعه پایدارِ ساخت نیمه هادی است. حرکت به سمت یک سیستم مطلوب ، یعنی سیستمی که سازگار و هوشمند باشد ، کار بی اهمیتی نیست. با این حال ، تعبیه الگوریتم های هوشمند در اتوماسیون و تولید نیمه هادی می تواند برای کاهش هزینه و هم برای افزایش کیفیت محصولات مفید باشد. تمرکز اصلی مطالعات ساخت هوشمند روی مدیریت چرخه عمر محصول ، مدیریت فرایند تولید ، پروتکل های ارتباطی خاص صنعت و استراتژی های تولید است. پیشرفت های اخیر در راه حل های مبتنی بر فناوری ، به عنوان مثال ، اینترنت اشیا ، محاسبات ابری / مه و داده های بزرگ ، می تواند روند تولید را تسریع و ساده کرده و توسعه جدید تولید را امکان پذیر کند [8] - [12]. این پیشرفت­ها باید تحول در ساخت معماری را به شبکه های یکپارچه دستگاه های اتوماسیون سوق دهد و ویژگی های هوشمندانه بودن خودتطبیقی ​​، خود سنجی و خودتنظیمی را ممکن سازد. ارائه چنین راه حل هایی شامل رسیدگی به چندین چالش است ، به عنوان مثال ، حجم داده ، کیفیت داده و ادغام داده ها.

سیستم های تشخیص و تشخیص عیب سنتی سیگنال های حسی را به عنوان مقادیر واحد تفسیر می کنند [13]. سپس ، این مقادیر برای تأیید وضعیت محصول به یک مدل خورانده می شوند. اشکال اصلی این رویکرد این است که نتواند مهمترین ویژگیها / عملیات مربوط به تولید نیمه هادی را تعیین کند و ممکن است منجر به از دست رفتن داده های حسی شود. علاوه بر این ، داده­های حسی ممکن است از نویز ، نقاط دور و مقادیر از دست رفته تشکیل شده باشد و می تواند توسط ساختارهای ناهمگن مشخص شود. برای رفع این نگرانی ها ، هدف ما پیشنهاد یک الگوریتم هوشمند و پویا متشکل از یک حالت استخراج ویژگی است. به طور کلی ، پیش بینی کیفیت محصولات یک مشکل طبقه بندی نامتعادل است و تولید نیمه هادی از این قاعده مستثنی نیست. به طور خاص ، مجموعه داده نامتعادل است زیرا نرخ نقص در فرآیندهای تولید در عمل بسیار کم است. برای پرداختن به این مسئله بالقوه ، برای بهبود عملکرد مدل ، باید یک روش مناسب عدم تعادل در نظر گرفته شود. چنین عملی در بخشهای بعدی مورد بحث قرار گرفته است. علاوه بر این ، ما یک الگوریتم یکپارچه برای حل یک مسئله چند هدفه مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی (ANN) و الگوریتم ژنتیک (GA) پیشنهاد می کنیم ، تا با استخراج مناسب ترین ویژگی ها و سپس استفاده از این ویژگی ها به عنوان ورودی برای طبقه بندی ها ، یک راه حل تشخیص عیب ایجاد کنیم. لازم به ذکر است که الگوریتم های تکاملی چند هدفه (MOEA) به دسته های مختلفی تقسیم می شوند ، یعنی روش های مبتنی بر تجزیه و سلطه. در این کار ، یک روش تجزیه (روش جمع وزنی) بر اساس GA و ANN باینری پیشنهاد شده است. این روش برای انواع تجزیه و تحلیل ساخت در زمینه استخراج / انتخاب ویژگی، بهینه سازی پویا و تشخیص خطا عملی است. به طور خاص ، موارد زیر را بررسی می کنیم:

1. چگونه می توان یک مدل ترکیبی مبتنی بر الگوریتم تکاملی همراه با ANN را برای مدل سازی غیرخطی ارائه داد.
2. نحوه ادغام قابلیت های ML همراه با هوش مصنوعی برای پیاده سازی یک محیط تولید هوشمند بسیار انعطاف پذیر و شخصی سازی شده.
3. آیا ترکیب ML با AI می تواند از روش های سنتی بهتر باشد.

با توجه به ویژگی های استخراج شده ، روش های مختلف طبقه بندی آزمایش می شوند و روشی با حداقل میزان خطای طبقه­بندی انتخاب می شود. همچنین ، مقایسه ای بین راه حل پیشنهادی و روش های سنتی ارائه شده است. رویکرد یکپارچه نشان داده است که از نظر دقت و عملکرد یک سیستم تولید ، بهتر از سایرین عمل می کند. این مدل می تواند بدون نیاز به دانش تخصصی برای تشخیص خطا نیز مفید باشد. در این اجرا ، ما با چندین مسئله مواجه شده ایم ، به عنوان مثال ، مدیریت داده های نامتعادل ، اکتشاف و بهره برداری در یک فرآیند بهینه سازی. برای رفع این نگرانی ها ، سناریوهای مختلف در طول مقاله مورد بحث قرار گرفته است.

VI. نتیجه گیری و کار آینده

هدف بنگاه های تولیدی توسعه محصولات بی اثر و رقابتی است. تولید هوشمند می تواند با استفاده از داده های سنسور کم هزینه ، پل ارتباطی با مدل های تجاری و تولید را به طور قابل توجهی بهبود بخشد. هدف آن دستیابی به سطح بالایی از هوش با جدیدترین محاسبات مبتنی بر فناوری مناسب ، تجزیه و تحلیل پیشرفته و سطح جدیدی از اتصال به اینترنت است. چشم انداز صنعت 4.0 شامل دستیابی به چشم انداز در فرآیندهای بی درنگ ، شناخت متقابل و ایجاد یک رابطه موثر بین نیروی کار ، تجهیزات و محصولات است. بیشتر کارها در زمینه تجزیه و تحلیل داده های ساخت مبتنی بر رویکردهای مبتنی بر PCA است. آنها قادر به تشخیص روابط غیر خطی بین ویژگی ها و استخراج الگوی پیچیده نیستند. برای رفع این نگرانی ، ما یک روش انتخاب ویژگی پویا بر اساس GA و ANN ارائه داده ایم. ما نتایج اثبات شده در این کار را با رویکردهای سنتی مقایسه کرده ایم تا اثربخشی راه حل پیشنهادی خود را اثبات کنیم. به عنوان بخشی از کارهای آینده ما ، ما در نظر داریم سایر MOEA ها ، به عنوان مثال ، الگوریتم های مبتنی بر تسلط را برای حل مسئله بهینه سازی خود به گونه ای که توابع هدف هر دو انتخاب ویژگی، به طور همزمان بهینه می شوند، در نظر بگیریم. علاوه بر این ، ما همچنین مدل فعلی را با الگوریتم های تکاملی دیگر پیشنهاد شده برای انتخاب ویژگی مقایسه خواهیم کرد.

Algorithm 1: شبه کد برای مدل انتخاب ویژگی  
Input: GA(jFj;CostFn)  
Output: Individual [Selected features (a binary vector)]

1 *I*Max Maximum number of iterations  
2 θ Crossover rate, µ Mutation rate  
3 η*p* Size of population  
4 # *Initialise Population*5 **for** *i* 1;:::;η*p* **do**6 *Pop*:*position* randomly-generated chromosomes  
7 *Pop*:*cost* calculated costs given each chromosome  
8 **end**9 *Pop* Sort population(*Pop*);  
10 # *Main Loop*11 η*c* Size of crossover(based on θ)  
12 η*m* Size of mutation(based on µ)  
13 **for** *i* 1;:::;*I*Max **do**14 # *Crossover operation  
Pr*(*s* 2 *Pop*) = *exp*(-β)∗ *Js  
LargestCost*∑η *k*=*p*1 *exp*(-β)∗ *LargestCost Jk*15 *Calculate probabilities based on*16 **for** *i* 1;:::;η*c* **do**17 *Select two parents (P1 and P2) based on a Roulette  
wheel method given probabilities measured above;*18 [*O f f spring*(*i*;1):*position*;*O f f spring*(*i*;2):*position*]  
CrossoverFn(P1.position, P2.position)  
19 [*O f f spring*(*i*;1):*cost*;*O f f spring*(*i*;2):*cost*]  
CostFn(P1.position, P2.position)  
20 **end**21  
22 # *Mutation operation*23 **for** *i* 1;:::;η*m* **do**24 *Select one parents (P) based on Roulette wheel method*25 [*Mutant*(*i*):*position*] MutationFn(P.position)  
26 [*Mutant*(*i*):*cost*] CostFn(P.position)  
27 **end**28 *Pop* [Pop, Offsprings, and Mutants];  
29 *Pop* Sort population and select first η*p* individuals;  
30 *BestS olution* Select first chromosome’s position,  
Pop(1).position;  
31 *BestCost*(*i*) Select first chromosome’s cost, Pop(1).cost;  
32 **end**33 return Individual (Selected features);  
34\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
35 **Function** [*O*1;*O*2] = *CrossoverFn*(*P*1;*P*2)  
36 *CrossoverMethod* {Single-point, Multi-point, Uniform crossover}  
37 randomly select one method given probabilities defined for  
each of them;  
38 return two offsprings;  
39 **end**40 **Function** *M* = *MutationFn*(*P*)  
41 Apply mutation operator;  
42 return mutant;  
43 **end**44 **Function** *J* = *CostFn*(*dataset*)  
45 Employ ANN;  
46 return ϵ ×(1+(Ω×j*X*′j));  
47 **end**