

Pomen industrijske analitike pri digitalni transformaciji proizvodnje

Thomas Schulz
GE Digital
Channel Manager Central and Eastern Europe
t.schulz@ge.com

Abstract

This article shows what analytics is in industry and why this key technology is important for digital transformation. Analytics collects, restructures, and analyzes data to generate insights that support decision-making and actions. Depending on the task and goal, there are different methods and techniques for implementation. To achieve a broader understanding, the methods of analysis are first described and classified in principle and the necessary basics are explained. With the no-coding analytics framework Proficy CSense, knowledge can be extracted from historical data and translated into practical insights. Optimization and adaptive control solutions can thus be quickly developed, tested, and used.

Povzetek

Digitalna transformacija proizvodnih procesov postaja praktično neizogiben korak pri ohranjanju konkurenčnosti vseh proizvodnih podjetij. Za uspešno in učinkovito digitalizacijo pa je ključnega pomena tudi ustrezna podatkovna analitika. Z analitiko zbiramo, urejamo in analiziramo podatke, s katerimi pridobimo vpoglede v proizvodne procese za lažje in boljše odločanje ter ukrepanje. Glede na namen in cilj lahko analitiko izvedemo z različnimi metodami in tehnikami, ki so opisane in v osnovi razložene v prispevku. Eden najlažjih oz. najbolj učinkovitih načinov implementacije analitike v prakso pa je z ustreznimi namenskimi programskimi orodji. Eno izmed tovrstnih orodij je Proficy CSense proizvajalca GE Digital, s katerim lahko pridobimo uporabne informacije iz preteklih proizvodnih podatkov in implementiramo temu ustrezne proizvodne rešitve, vse v prijaznem programskem okolju brez kodiranja. To nam omogoča hiter razvoj, preizkus in uporabo rešitev na področju adaptivnega vodenja in optimizacije proizvodnje.

1 Uvod

Analiza podatkov in umetna inteligenca sta trenutno ključni tehnologiji pri prizadevanjih za digitalizacijo v industriji. Čeprav se njihovih potencialnih koristi podjetja sicer zavedajo, se še vedno soočajo z izzivi, kako te tehnologije najbolje izkoristiti in uporabiti v svojem proizvodnem okolju. V pomoč zaposlenim so na voljo vse bolj napredni algoritmi, ki lahko pomagajo ne samo pri napovedih obnašanja, temveč tudi pri sprejemanju dejanskih odločitev, ki vplivajo na obrat, proizvodnjo in zaposlene. Pri tem pa je zaradi kompleksnosti in razsežnosti področja potrebno pridobiti nova ustrezna znanja ter v procese vključiti različne profile ljudi, od procesnih inženirjev do podatkovnih znanstvenikov, IT strokovnjakov in samega vodstva podjetja, ki moraj skupaj usklajeno pristopiti h končni rešitvi.

2 Digitalni dvojček

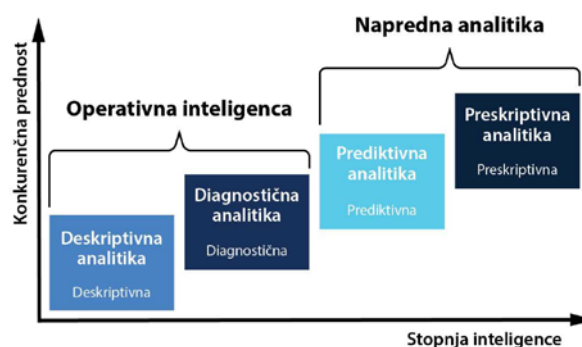
Analiza podatkov v proizvodnih sistemih združuje različna področja – matematiko s statistiko, računalništvo ter specifična aplikativna področja uporabe. Za ustrezno proizvodno analitiko na osnovi računalniških orodij je potrebno realne proizvodne sisteme, procese in naprave najprej čim bolj opisati oz. modelirati v računalniškem oz. digitalnem jeziku, da jih lahko učinkovito analiziramo, simuliramo in optimiziramo. Digitalnemu opisu oz. virtualni predstavi dejanskih predmetov ali procesov z namenom njihovega simuliranja, analize in optimizacije pravimo tudi »digitalni dvojček«. Vezano na digitalno obravnavo v procesnih sistemih se pogosto uporablja tudi izraz »procesni digitalni dvojček«.

Tehnologija procesnega digitalnega dvojčka predstavlja inovativen pristop k interpretaciji in optimizaciji procesnih tokov. Po predhodni obdelavi podatkov se ustvarijo ustrezni računalniški modeli in nato ovrednotijo. S preslikavo in uporabo različnih podatkov, ki nastanejo med proizvodnim procesom, modeli zagotavljajo informacije o zmogljivosti

procesov in odstopanjih v posameznih proizvodnih korakih ter izračunajo napovedi za prihodnost. Rezultati obdelave omogočajo boljše razumevanje procesov in delovanja izbranega proizvodnega področja, kar se nato lahko uporabi za dodatno izboljšanje samega modela. Postopek se lahko ponavlja, dokler model ne opisuje realnega procesa dovolj dobro, nakar se model uporabi v kontekstu aplikacije.

3 Analitične metode

Analiza se nanaša na proces kontekstualizacije podatkov, ali z drugimi besedami, gre za proces transformacije surovih podatkov v uporabne informacije za sprejemanje ustreznih odločitev. To se lahko izvede na več načinov. Izbira metode je odvisna od posamezne naloge in tipa informacij, ki jih želimo pridobiti iz nabora podatkov. Če želimo pojasniti, kaj se je zgodilo in zakaj, so koristne deskriptivne in diagnostične analize. Če se vprašanja nanašajo na to, kaj se lahko zgodi v prihodnosti, pa je primernejša uporaba prediktivne in preskriptivne analize. V tem smislu lahko aplikacije označimo s štirimi vrstami analize podatkov: deskriptivno ali opisno, diagnostično, prediktivno in preskriptivno [4]. Njihov pregled prikazuje Slika 1.



Slika 1: Analitične metode in njihov vpliv na odločanje [4]

Izbira samih tehnik in procesov za analizo podatkov tako sega od deskriptivnih in diagnostičnih metod za reaktivno odločanje do sofisticiranih napovedi in optimizacij za proaktivno odločanje. Preprostejši procesi so

znani pod imenom Operativna inteligenca, za prediktivne in preskriptivne analize pa se je uveljavil izraz Napredna analitika [5, 6, 7]. Oba tipa analitike sta podrobneje opisana v nadaljevanju.



Slika 2: Klasifikacija analitičnih metod [7]

4 Operativna inteligenca – diagnostika za reaktivno odločanje

Operativna inteligenca je oblika dinamične analize podatkov v realnem času, ki zagotavlja preglednost ter vpogled v procese in postopke. Gre za pristop, ki omogoča sprejemanje odločitev in ukrepov na podlagi zbranih podatkov v realnem času [8]. Vključuje procese deskriptivne in diagnostične analize.

Deskriptivna ali opisna analitika je metoda, ki analizira, povzema in opisuje zgodovinske podatke in s tem ponuja vpogled v to, kaj se je v preteklem obdobju dogajalo, razloči trende podatkov in podatkovne vzorce. Pomaga nam predvsem pridobiti vpogled, »kaj« se je zgodilo in »kdaj« ter tudi »v kolikšni meri«, »kako pogosto« in »kje«.

Najlažji in najhitrejši način za raziskovanje in vizualizacijo podatkov po metodi deskriptivne analitike je uporaba frekvenčnih tabel, histogramov ali stolpčnih grafikonov. S pomočjo vrtilnih tabel v Excelu je na primer mogoče prikazati veliko količino uporabnih informacij.

Deskriptivna analitika se uporablja predvsem v klasičnih sistemih vodenja, ki delujejo na podlagi poznavanja sistemov. V tem primeru inteligenco zagotavlja predvsem človek,

aplikacije pa so namenjene zaposlenim, da lahko sprejemajo boljše odločitve ali se hitreje odzovejo na težave.

Diagnostična analitika je na drugi strani inteligentna analiza podatkov za prepoznavanje vzorcev in vzrokov za spremembe v procesih. Z njo so možne bolj zapletene analitične poizvedbe za analizo temeljnega vzroka in razčlenjevanje. Pomaga nam z odgovori na vprašanja: Kje točno je težava? Kako lahko najdem odgovor? Kaj je vzrok trenutne situacije?

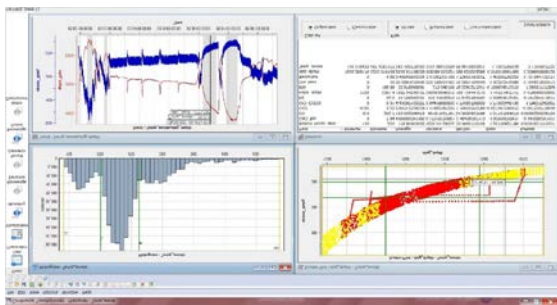
Diagnostična analitika nam npr. pomaga pri odkrivanju anomalij oz. odstopanj podatkov od pričakovanega vzorca. V tem primeru lahko postopki samodejno zaznajo izstopajoče se podatke v naboru »normalnih« podatkov.

Diagnostična analiza vključuje korelacijsko, diskriminantno (oz. multivariantno) in regresijsko analizo. Korelacijska analiza preučuje medsebojno odvisnost dveh spremenljivk ali značilnosti in zagotavlja informacije o njunem odnosu. Diskriminantna analiza ugotavlja, katere spremenljivke ali značilnosti najbolj prispevajo k razliki med dvema ali več skupinami podatkov. Regresijska analiza izračuna, če in v kakšni meri ena ali več neodvisnih spremenljivk vpliva na odvisno spremenljivko. S temi analitičnimi metodami je mogoče podati odgovore na vprašanja, zakaj se je nekaj zgodilo in katere možnosti so bile zamujene.

5 Analitično orodje za zvezne, diskretne in saržne procese v industriji

Proficy CSense je industrijsko analitično orodje, ki ga lahko uporabljamo na področju modeliranja, optimizacije in vodenja sistemov. S kombinacijo strojnega učenja in analize podatkov je mogoče Proficy CSense uporabiti za razvoj digitalnih dvojčkov, ki inženirjem omogočajo izvajanja simulacije z namenom, da bolje spoznajo proces, predvidijo in preprečijo težave ter procese optimizirajo. Kombinacija digitalnega dvojčka in napredne analitike lahko

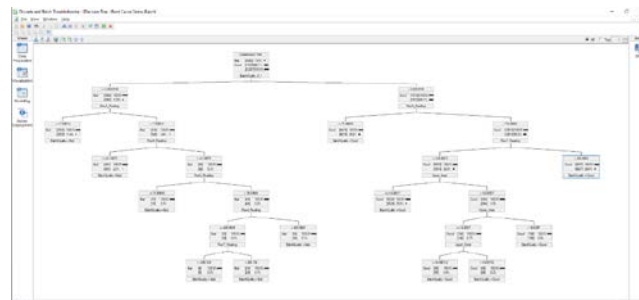
pomaga povečati produktivnost, skrajšati čas izpadov in izboljšati kakovost izdelkov [9].



Slika 3: Vizualna predstavitev podatkov

Proficy CSense Troubleshooter predstavlja enega izmed ključnih modulov orodja Proficy CSense, s katerim lahko preučujemo in analiziramo procesne podatke, ki prihajajo iz različnih virov (t.j. SQL, Historian, tekstovne datoteke, itd.). Podatke lahko obdelamo in jih vizualiziramo, kot je prikazano na sliki 3 (preko uporabe histogramov, trendov, statističnih tabel, itd.) ter ustvarimo modele procesov. Znanje, pridobljeno iz teh modelov, omogoča, da z le nekaj kliki pridobimo oceno vpliva določenih sprememb v procesnih parametrih na končni rezultat procesa.

Eden izmed načinov modeliranja v okviru diagnostične analize je uporaba t.i. odločitvenega drevesa. Odločitveno drevo predstavlja grafičen pripomoček, ki nam pomaga pri iskanju vzrokov napak oz. pri identifikaciji parametrov, ki imajo največji vpliv na (slabo) kakovost izdelka. Primer avtomatsko generiranega odločitvenega drevesa prikazuje slika 4. Pridobljena znanja, dobljena na podlagi odločitvenega drevesa, lahko nato ustrezno uporabimo in korigiramo svoje procese za proizvodnjo bolj konsistentnega izdelka [10].



Slika 4: Primer avtomatsko generiranega odločitvenega drevesa v orodju Proficy CSense.

6 Napredna analitika – napovedovanje in optimizacija za proaktivno odločanje

Ko govorimo o napredni analitiki, gre za vpeljevanje novih metod in rešitev na področju modeliranja, algoritmov strojnega učenja, globokega učenja, umetne inteligence, itd. [11]. Vključuje metode prediktivne in preskriptivne analitike.

Napredna analitika izkorišča podatkovno znanost, ki sega preko tradicionalnih metod operativne inteligence, s čimer omogoča napovedovanje prihodnjih dogodkov in oceno verjetnosti, da se bo napovedan dogodek tudi zgodil. To lahko posledično pripomore k boljšemu sprejemanju odločitev pri vodenju in upravljanju (proizvodnih) procesov.

S pomočjo prediktivne analitike je mogoče napovedovati prihodnje dogodke na podlagi preteklih podatkov. Pri tem uporabljamo različne metode umetne inteligence, kot je strojno učenje, z namenom odgovoriti na vprašanja »Kaj se bo zgodilo?«, »Kako bo to vplivalo na moje procese?«, »Kdaj je največja verjetnost in kaj lahko pričakujem?«.

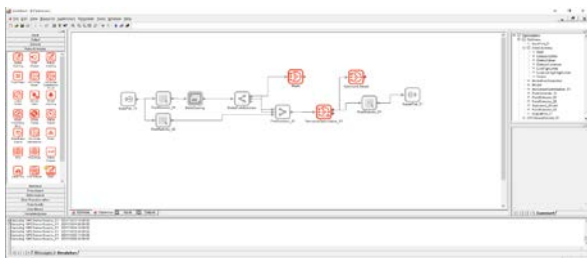
Druga metoda napredne analitike je preskriptivna analitika, kjer gre za napredne rešitve, ki na podlagi prediktivne analitike samostojno določajo ali priporočajo odločitve in akcije v proizvodnem procesu. Poleg dobrega razumevanja preteklih dogodkov in napovedi za naprej, želimo izpeljati primerne ukrepe, nasvete in jih tudi izvesti.

Temu je namenjena sprotna (on-line) optimizacija, ki omogoča stalno spremljanje procesa in napovedovanja optimalnih ukrepov

glede na model. Rezultati algoritmov se lahko predstavijo operaterju v obliki podpore odločanju (Zakaj se bo nekaj zgodilo? Kakšna je najboljša odločitev za konkreten problem? Katere ukrepe moramo sprejeti, da to preprečimo?), lahko pa samodejno nastavijo nove cilje, t.j. novo (podrejeno) strategijo vodenja.

7 Razvoj rešitve v obliki podrobnega akcijskega načrta

Programske rešitve Proficy CSense nam poleg analize podatkov in priprave modelov omogočajo tudi pripravo rešitev v obliki akcijskih načrtov za ustrezno ukrepanje v realnem času (t.j. uvedba preskriptivne analitike). Programski modul Proficy CSense Architect ponuja celovito razvojno platformo, ki omogoča hiter razvoj robustnih in razširljivih rešitev z uporabo komponent po principu »povleci in spusti«, kot je prikazano na sliki 5. Te pripravljene rešitve, t.i. akcijske objekte, lahko nato sprostimo v uporabo, bodisi v realnem času ali kot načrtovane dogodke preko aplikacije Action Object Manager.



Slika 5: Grafično in blokovno usmerjeno programiranje za zagotovitev optimalnega vodenja

Za samo izvajanje akcijskih objektov skrbi strežniška aplikacija Action Object Services. Akcijski objekti so lahko proženi v realnem času, vezano na dogodke ali po urniku.

Napredni uporabniki lahko dodatno z uporabo orodja Action Object Toolkit sami ustvarijo programske načrte in akcijske objekte.

Te je mogoče izvesti v poljubnih (3rd party) aplikacijah in jih integrirati s programsko opremo Proficy CSense. Orodje vključuje naslednje podkomponente: Blueprint SDK, COM Wrapper Blueprint Block, .NET Wrapper Blueprint Blocks, .NET Wrapper Data Recipe Operations in ISV Object [10].

8 Zaključek

Integracija najsodobnejših tehnologij umetne inteligence z naprednimi proizvodnimi tehnologijami in sistemi za izboljšanje kakovosti izdelkov in procesov predstavlja svojevrsten izziv. Cilj je dobro razumeti stanje in delovanje procesov ter pripadajoče vzroke na osnovi preteklih podatkov, na tej osnovi znati napovedati delovanje procesov v prihodnje ter sprejeti ustrezne ukrepe za izboljšanje delovanja procesov.

Za to so na voljo zmogljiva analitska programska orodja, kot je Proficy CSense, ki so že uspešno preizkušena v praksi [12]. Pomembno pa je, da je v središču umetne inteligence človek, ki skrbi za njen razvoj, upravljanje in vzdrževanje, in da oba delujeta povezano in se optimalno dopolnjujeta. To zahteva nova znanja in profile uporabnikov, kot so podatkovni znanstveniki, načrtovalci varnosti in kreativni inženirji elektrotehnike in strojništva, ki so se pripravljene stalno učiti in ta znanja uspešno prilagajati konceptom in ciljem podjetja. Podjetja morajo zato pri strategiji digitalizacije proizvodnih procesov vzporedno z ustreznimi programskimi rešitvami vlagati tudi v ljudi in njihovo znanje ter sodelovanje.

9 Literatura

[1] ISO/TC 184: Delovna skupina: Data Architecture of the Digital Twin, Verzija 1 Revizija 8. Ženeva: International Organization for Standardization (ISO), Julij 2019.

[2] Grief, Jacob; Schweigert-Recksiek, Sebastian; Engel, Christian; Spreitzer, Karsten; Zimmermann, Markus: What is a digital twin? - Definitions and insights from an industrial case study in technical product

development. Objavljeno: Proceedings of the Design Society: DESIGN Conference, 2020, št. 1, str. 757-766.

[3] Werth, Dirk; Linn, Christian: The digital process twin. From the classic business process model to the controllable, digital image of the real process. Objavljeno: Trade magazine IM + io, 2017, Št. 1, str. 38-43.

[4] Linden, Alexander; Kart, Lisa; Schulte, W. Roy: Extend Your Portfolio of Analytics Capabilities. Gartner research note G00254653, September 2013. <https://www.gartner.com/doc/2594822/extend-portfolio-analytics-capabilities> (Januar 2023).

[5] SAS Institute: Eight Level of Analytics, Sascom Magazine, četrti kvartal 2008.

[6] Bauer, Per: IT service optimization according to the maturity model. Otterfing: IT Verlag für Informationstechnik GmbH, Oktober 2015, <https://www.it-daily.net/it-management/business-software/11532-it-serviceoptimierung-nach-dem-reifegradmodell> (Januar 2023).

[7] Schulz, Thomas [Ed.]: Analytics in der Industrie. Schlüsseltechnologie für die digitale Transformation. Würzburg: Vogel Communications Group, 110 strani, 2022.

[8] The Splunk Guide to Operational Intelligence. Turn Machine-Generated Data Into Real-Time Visibility, Insight and Intelligence. White paper. File: /// C:/Users/thm_s/Downloads/splunk-guide-to-operational-intelligence.pdf (Januar 2023).

[9] Proficy CSense 8.5 from GE Digital. GE Digital, August 2021, https://www.ge.com/digital/sites/default/files/download_assets/proficy-csense-from-ge-digital.pdf (Januar 2023).

[10] Proficy CSense 8.0. Getting started. GE Digital, December 2020. https://www.ge.com/digital/sites/default/files/download_assets/getting-started-with-csense.pdf (Januar 2023).

[11] Chae, Bongsug (Kevin); Yang, Chenlung; Olson, David; Sheu, Chwen: The impact of advanced analytics and data accuracy on operational performance: A contingent resource based theory (RBT) perspective. In: Decision Support Systems, Št. 59, Marec 2014, str. 119-126.

[12] Machine Learning and Predictive Analytics Guidebook for Engineers. GE Digital, September 2021. <https://www.ge.com/digital/lp/machine-learning-and-predictive-analytics-guidebook-engineers> (Januar 2023).