

APLIKACE PRO INDUSTRIAL EDGE (APPLICATION FOR INDUSTRIAL EDGE)

Jakub Znamenáček¹

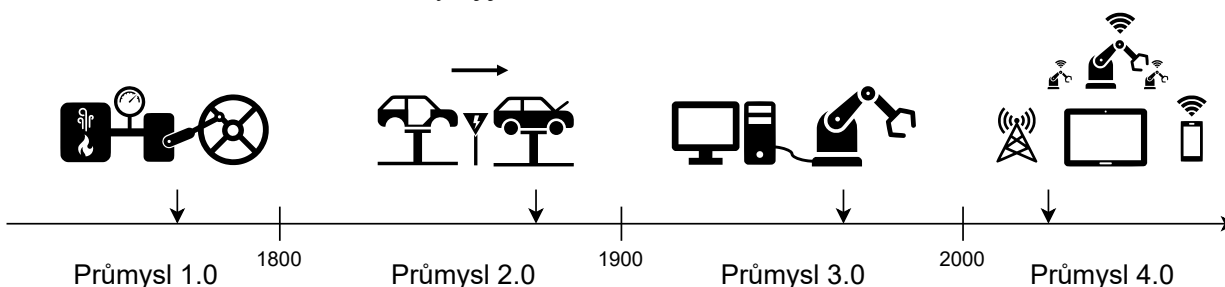
¹ Ústav přístrojové a řídicí techniky, fakulta strojní, ČVUT v Praze, jakub.znamenacek@fs.cvut.cz

Abstrakt: Obsahem této práce je vývoj backendu aplikace pro systém Industrial Edge v programovacím jazyce Java. Tato aplikace je určena pro monitorování lisovacího procesu prostřednictvím protokolu OPC UA a zajišťuje detekci odchylek od uživatelem stanovené tolerance, zpětnou vazbu pro PLC řídicí lis a případné ukládání zjištěných problémů do databáze za účelem pozdějšího zobrazení. Kromě samotného vývoje backendu je část práce věnována též tvorbě Dockerového obrazu celé aplikace, jenž je možný použít se systémem Industrial Edge.

Klíčová slova: Industrial Edge, Java, backend, lis, tváření kovů, OPC UA, Docker

1. Úvod

Průmysl prochází neustálým technologickým vývojem, který vede ke zvýšení kvality a efektivity výroby. Tento vývoj je často rozdělován do čtyř kategorií viz [1], a to na první průmyslovou revoluci (průmysl 1.0), pro kterou byl typický přechod od využívání lidské a zvířecí síly k využití parních strojů. Další velkou změnu přineslo zavádění elektrifikace a rozšíření masové výroby, které nastalo v devatenáctém století a je označováno za průmysl 2.0. Dvacáté století poté patřilo rozvoji výpočetní techniky a tento trend se promítl i do výroby. Zavádění PLC pro řízení produkce dalo základy průmyslu 3.0, bez kterého je těžké si představit jakoukoli dnešní továrnu. Nyní se nacházíme na hraně další velké průmyslové revoluce. Za základy průmyslu 4.0 je brána všudypřítomná komunikace mezi zařízeními a sběr dat z nich. Tento vývoj je naznačen na Obr 1.



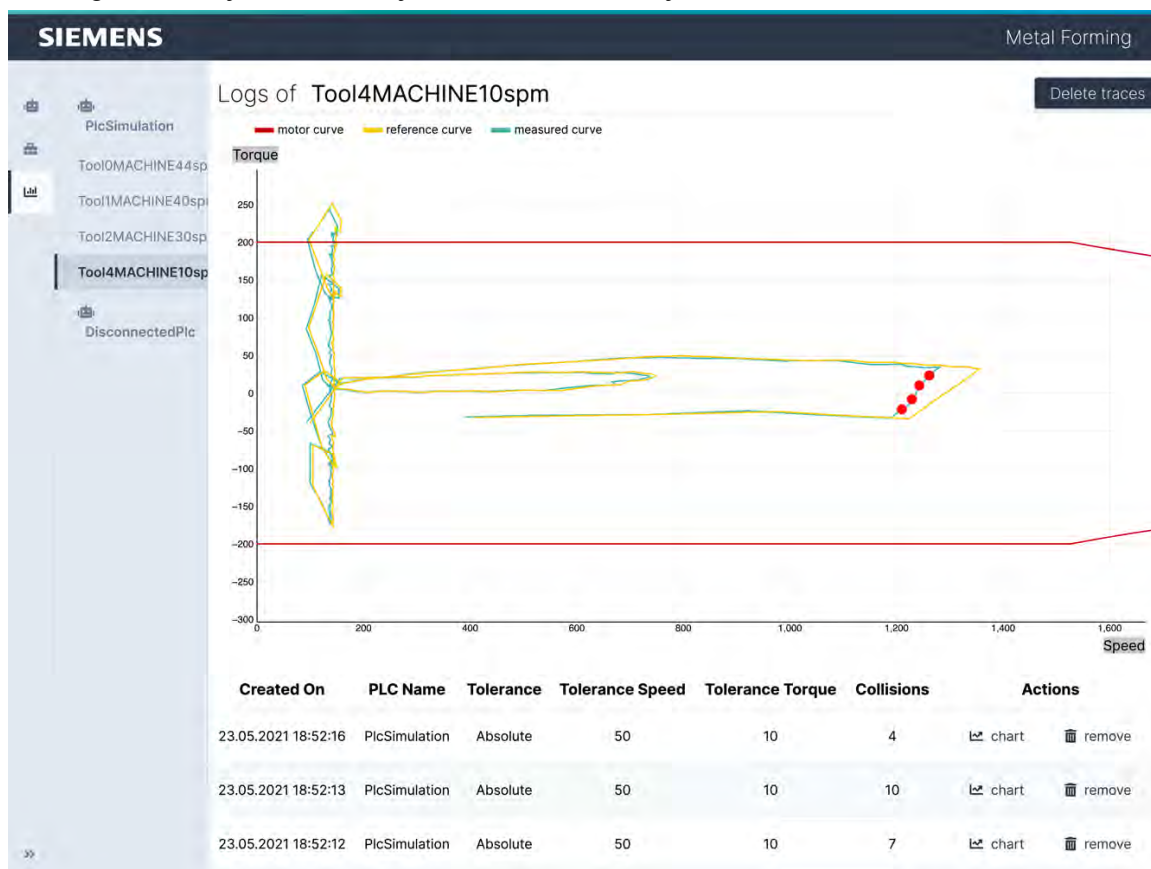
Obr. 1 Vývoj průmyslu

Společnost SIEMENS nedávno přišla se svou platformou Industrial Edge, která je právě zaměřená na průmysl 4.0 a umožňuje snadný sběr, analýzu a sdílení dat z jednotlivých částí výroby. Mezi jednu z jejích výhod patří jednoduchá správa a instalace aplikací, a to jak pro vývojáře, tak pro koncového uživatele. Aplikace jsou založeny na technologii Docker, která umožňuje jejich běh nezávislý na platformě a programovacím jazyce, a tak je není těžké vyvíjet i bez drahého hardwaru, což by mohlo přilákat velké množství developerů.

Tato práce byla zaměřena na vývoj backendové části aplikace právě pro tuto platformu a na vytvoření výsledného dockerového obrazu.

2. Představení aplikace

Aplikace slouží k monitorování lisovacího procesu na základě porovnávání naměřené a referenční křivky reprezentující jeden lisovací cyklus. Tato data jsou získávána přes protokol OPC UA v podobě dvou polí obsahujících 360 hodnot rychlosti, resp. kroutícího momentu. Ovládání celé aplikace probíhá skrze frontend, jehož tvorba nebyla součástí této práce, jenž je rozdělen do tří hlavních sekcí. Správy PLC, správy nástrojů a správy a zobrazení logů. Poslední jmenovaná část je znázorněna na následujícím obrázku.



Obr. 2 Ukázka části frontendu výsledné aplikace pro správu logů

V sekci pro správu PLC je možné vytvořit připojení k jednotlivým PLC, které řídí lisovací proces. Část věnovaná nástrojům umožňuje spuštění či vypnutí automatického monitorování, spuštění kalkulace referenční křivky pro jednotlivé nástroje, nebo úpravu jejich parametrů jako jsou například jméno, požadovaná tolerance či typ zpětné reakce, který je předáván zpět do PLC v případě, že dojde na aktuálním cyklu k překročení uživatelem stanovené tolerance. Jakmile tato situace nastane dojde též k vytvoření záznamu v databázi. Tyto informace je po té možné zobrazit na poslední obrazovce, které je právě na Obr. 2. Zde je vidět graf naměřených hodnot jak pro referenční křivku, tak pro křivku naměřenou. Červenými body jsou zde znázorněny ty části, v kterých došlo k překročení limitů. Pod grafem je též možné dohledat jaká tolerance byla nastavena, či kdy k problému došlo.

Veškerá logika a zajištění komunikace jak s PLC, tak s databází je zpracovávána na backendu, pro předávání dat mezi frontendem a backendem bylo tedy nutné vytvořit vhodné API, které by jednoduše a efektivně předávalo získaná data a umožnilo ovládání jednotlivých úkonů.

3. Architektura backendu

Architekturu backendové části je možné rozdělit do třech hlavních vrstev, a to vrstvy kontrolerů, servisní vrstvy a databázové vrstvy.

3.1 Vrstva kontrolerů

Tato vrstva se stará o zpracovávání dotazů zasílaných z frontendu, převod tříd použitých v backedové části na DTO pro zajištění co největší separace a o kontrolu formátu přijatých dat. Je zde tedy formována struktura API, která je naznačena na následujícím obrázku.

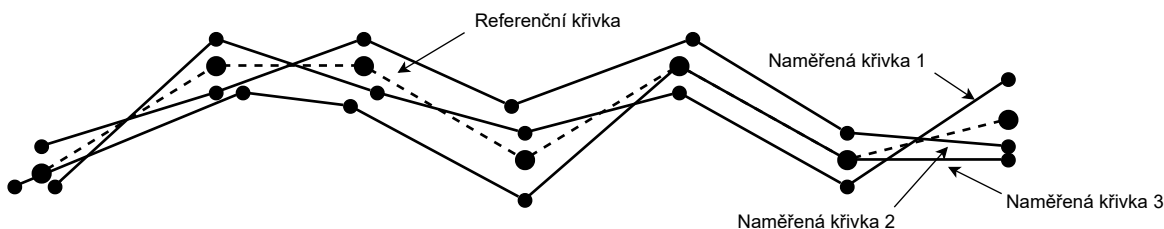


Obr. 3 Struktura API pro zajištění komunikace mezi frontendem a backednem

Endpoints na Obr. 3 slouží ke kontrole všech důležitých částí backendu a komunikace zde probíhá pomocí protokolu HTTP. Kromě této části backend disponuje též částí, která se stará o zasílání informací pomocí protokolu WebSocket, který umožňuje zasílání dat bez prvotního dotazu z frontendu. To se hodí například v situaci, kdy dojde k detekci nového nástroje.

3.2 Servisní vrstva

Zde se nachází jak veškerá důležitá logika, tak i kód zajišťující připojení k jednotlivým PLC. Lze zde tak nalézt část obstarávající výpočet referenční křivky a část sloužící k vyhodnocení právě proběhlého lisovacího cyklu. Obě tyto části jsou založené na návrhovém vzoru pozorovatel, a tak jsou okamžitě informovány o nově přichozících datech z PLC. Pokud je tedy spuštěn výpočet referenční křivky a jsou zaznamenána nová data dojde k její tvorbě na základě uživatelem zvoleného počtu cyklů. Tento proces je naznačen na Obr. 4, kde je možné vidět princip výpočtu referenční křivky ze třech cyklů. Výpočet není nikterak komplikovaný a pro sobě odpovídající body je pouze vypočten jejich aritmetický průměr jak pro rychlosti, tak pro kroutící momenty.

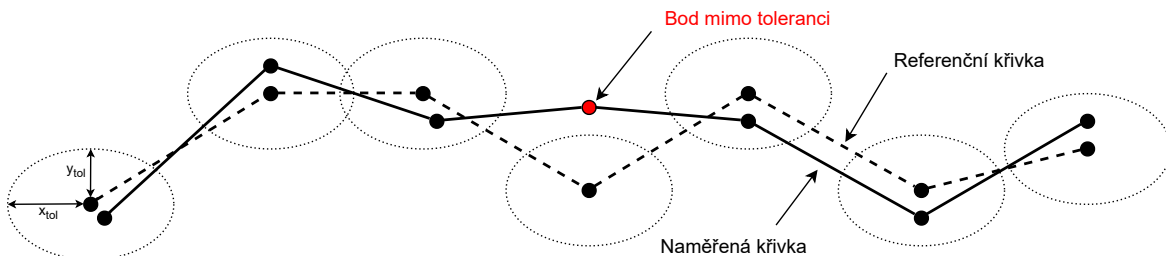


Obr. 4 Výpočet referenční křivky

Takto vypočtená křivka může být poté následně použita jako vzor pro automatické monitorování lisovacího cyklu, kdy nově získaná data nesmí být od jejich bodů více vzdálené než uživatelem stanovené tolerance. Toto je zajištěno tak, že bod musí ležet uvnitř elipsy jejíž střed je v bodě referenční křivky a délky její hlavní a vedlejší

poloosy odpovídají tolerancím viz Obr. 5. Rovnice (1) tedy představuje rovnici, kterou musí porovnávaný bod splňovat.

$$\frac{(x-x_{ref})^2}{x_{tol}^2} + \frac{(y-y_{ref})^2}{y_{tol}^2} \leq 1 \quad (1)$$



Obr. 5 Princip validace aktuálně naměřené křivky v porovnání s křivkou referenční

3.3 Databázová vrstva

Poslední vrstvou je vrstva databázová zajišťující získávání a ukládání dat do databáze. Aplikace využívá k ukládání dat relační databázi PostgreSQL. Struktura tabulek v databázi by šla rozdělit do dvou hlavních sekcí a to sekce, která obsahuje aktuální data o spravovaných PLC a jejich nástrojích a částí, která udržuje historické informace zaznamenané při překročení tolerance.

4. Závěr

V rámci této práce byl vytvořen plně funkční backend v programovacím jazyce Java pro Industrial Edge aplikaci monitorující lisovací proces. Kromě vývoje backendu byly též vytvořeny i předpisy pro tvorbu Dockerových obrazů, kombinujících databázi, backend a frontend. Ty poté umožňují běh aplikace na platformě Industrial Edge. Vytvořená část kódu byla psána technikou TDD, a proto je více než 80 % tříd pokryto unit testy, které při každé kompilaci kontrolují správnou funkčnost programu, což zaručuje jeho vysokou spolehlivost. Kromě testování kódu byla třetí stranou otestována i samotná aplikace v laboratoři společnosti SIEMENS v Německu. V průběhu ověřování funkčnosti aplikace s reálným lisem nedošlo k odhalení žádného problému.

Literatura

- [1] Chanchal Dey a Sunit Kumar Sen. *Industrial automation technologies*. First edition. Boca Raton, FL: CRC Press, 2020. ISBN: 9780367260422.



Selected article from

Tento dokument byl publikován ve sborníku

**Nové metody a postupy v oblasti přístrojové
techniky, automatického řízení a informatiky 2021
New Methods and Practices in the Instrumentation,
Automatic Control and Informatics 2021
15. 9. – 17. 9. 2021, Žatec**

ISBN 978-80-01-06889-2

Web page of the original document:

<http://iat.fs.cvut.cz/nmp/2021.pdf>

Obsah čísla/individual articles:

<http://iat.fs.cvut.cz/nmp/2021/>

Ústav přístrojové a řídicí techniky, FS ČVUT v Praze, Technická 4, Praha 6