

Internet Produkcyjny: rozwój funkcjonalny, technologiczny i teoretyczny

Stanisław STRZELCZAK

Wyróżnikiem Internetu Produkcyjnego (Ψ ¹), jako wielkoskalowego ekosystemu produkcji rozproszonej bazującego na usługach Internetowych, jest uwzględnienie strukturyzacji wyrobów i usług. Dzięki temu Ψ odchodzi od podstawowej formy integracji, tj. peer-to-peer, zakładanej w ramach koncepcji Internet of Things i Industry 4.0 (M2M), a także handlu elektronicznego (B2C, B2B). Główne funkcjonalności Ψ to wspomaganie:

- Wyszukiwania i dopasowywania potrzeb produkcyjnych i dostępnych zasobów (wg cech produktu/usługi oraz możliwości i zdolności produkcyjnych);
- Koordynacji międzyorganizacyjnej procesów produkcyjnych (synchronizacja i równoważenie przepływów), na bazie adaptacyjnej parametryzacji zleceń produkcyjnych (condition based control) i integracji poziomej;
- Utrzymania homeostazy w ekosystemie, na podstawie zaawansowanych analityk i uczenia się;
- Ewolucji aktorów: samodzielnej (firmy, klienci), lub zautomatyzowanej (aktorzy wirtualni).

Ponadto Ψ ustanawia środowisko dla inżynierii skrośnej oraz implementacji kognitywnych technologii wytwarzania, tj. zgodnie z paradygmatem 'Smart Manufacturing'.

Wymienione powyżej funkcjonalności korespondują z głównymi przesłankami teoretycznymi rozwoju Internetu Produkcyjnego oraz związanymi z tym efektami:

- Poprawa konektywności zmniejsza koszty transakcyjne;
- Koordynacja międzyorganizacyjna procesów produkcyjnych ogranicza dystorsję popytu oraz idiosynkratyczne efekty paradoksalne w sieciach produkcyjnych (np. paradoks Braess'a, efekt bykowca); w konsekwencji wzrasta stopień wykorzystania zasobów i przepustowość, przy tym spada zmienność przepływu produkcji;
- Sterowanie homeostatyczne dodatkowo poprawia wykorzystanie zasobów i przepustowość (tzw. efekt kosztu anarchii) oraz redukuje ryzyko systemiczne;
- Adaptacja ekosystemiczna zapewnia zrównoważony rozwój i trwałość efektów.

Na tle przyjętego powyżej układu zostaną przedstawione najważniejsze mechanizmy Internetu Produkcyjnego (w zakresie problematyki 'industrial engineering'), a w tym:

1. Pomiar wyników i stanów (punktowo i w skali ekosystemu – w partycjach);
2. Dopasowywanie potrzeb produkcyjnych i zasobów na podstawie reprezentacji ontologicznej;
3. Adaptacyjna parametryzacja lokalna zleceń produkcyjnych (uczenie aproksymacyjne na bazie Small Data);
4. Adaptacyjna parametryzacja ekosystemiczna zleceń produkcyjnych (uczenie typu reinforcement learning na bazie Big Data);
5. Mechanizmy ewolucyjne (inteligencja ekosystemiczna na bazie Deep Learning).

W podsumowaniu zostaną omówione fazy rozwojowe Internetu Produkcyjnego, możliwości związane ze wspomaganiami inteligencji technologicznej, spodziewane efekty oraz wyzwania teoretyczne, technologiczne i aplikacyjne.

¹ Od: "Production Systems Internet" (PSI - Ψ)