



Przykłady dotychczasowych działań badawczo-rozwojowych

Projekt PROFIT: Udoskonalenie procesu sortowania używanych banknotów

Oszczędzanie banknotów i oszczędzanie pieniędzy: w naszej codziennej pracy to nie to samo, ale udało nam się osiągnąć jedno i drugie.

Celem projektu PROFIT było poznanie wszystkich parametrów, które wpływają na precyzję sortowania banknotów według jakości obiegowej. Pozwoliło nam to ocenić działanie różnych typów urządzeń do sortowania banknotów i zoptymalizować ich ustawienia przez zastosowanie nowego systemu kalibracji.



Po wejściu do obiegu banknoty euro są narażone na wszelkiego rodzaju nieostrożne traktowanie (tarcie, zabrudzenia, niedelikatne obchodzenie się itp.) i powinny być w stanie przez pewien czas je wytrzymać. Banknoty euro są trwałe, ale chcemy też mieć pewność, że wszystkie banknoty znajdujące się w obiegu są w dobrym stanie i odpowiednio czyste. Dlatego kiedy trafiają do jednego z naszych centrów sortowania gotówki, od razu je sprawdzamy. To rutynowe działanie w ramach normalnego cyklu obiegu banknotów. Jest niezwykle ważne, żeby centra sortowania gotówki miały dostęp do niezawodnych urządzeń, które będą zatrzymywać jedynie

dobrze banknoty, a niszczyć te, które nie nadają się do obiegu. Niewielkie różnice w skuteczności działania tych urządzeń mogą mieć ogromny wpływ na jakość banknotów w obiegu, a także na koszty ponoszone przez Eurosystem, jako że zniszczone banknoty muszą być zastąpione nowo wydrukowanymi.

Krajowe banki centralne z Eurosystemu mają około 400 wysokowydajnych urządzeń sortujących, które przetwarzają rocznie blisko 30 mld banknotów. Niektóre z tych urządzeń mogą sprawdzić pod kątem autentyczności i jakości obiegowej, a następnie zatrzymać albo zniszczyć, do 40 banknotów na sekundę.

Przed projektem PROFIT do rutynowego testowania i kalibracji urządzeń sortujących stosowano próbkę (zestaw testowy do klasyfikacji zabrudzeń) prawdziwych banknotów o różnym stopniu zabrudzenia, ocenianych wizualnie sztuka po sztuce przez zespół specjalistów. Było to dla oceniających złożone zadanie, w którym dodatkowe utrudnienie stanowiła zachodząca z czasem degradacja zestawu testowego. W ramach projektu PROFIT wykazaliśmy, że ocena stopnia zabrudzenia banknotów dokonywana w ten sposób przez specjalistów nie jest procesem w pełni powtarzalnym, i zastąpiliśmy ją narzędziem ICE (*Image Classification and Evaluation*). Jest to oprogramowanie instalowane na komputerze z ekranem ze skalibrowanymi kolorami. Zamiast sprawdzania samych banknotów o różnym stopniu zabrudzenia specjalista patrzy na ich wizerunki. Następnie klasyfikuje je pojedynczo jako zdadne lub niezdatne do obiegu – w ten sposób oprogramowanie się uczy. Ta metoda dostarcza danych lepszej jakości, dzięki czemu urządzenia do sortowania „widzą” banknoty podobnie jak zwykli ludzie. W ten sposób zdołaliśmy znacznie zmniejszyć liczbę banknotów niszczonych niepotrzebnie. Oszczędzamy zatem i same banknoty, i pieniądze.

Projekt CAST: Opracowanie spójnego sztucznego zestawu testowego do klasyfikacji zabrudzeń

Czy korciło Was kiedyś, żeby zabrudzić banknoty drukarką atramentową? To zły pomysł! Zresztą my już to zrobiliśmy: zabrudziliśmy nasze banknoty, żeby Wasze dłużej były czyste. I użyliśmy właśnie drukarki atramentowej.

Kiedy pracowaliśmy nad poprawą skuteczności urządzeń do sortowania banknotów, trudno nam było ocenić, czy rozbieżne rezultaty wynikały z działania czujników, czy też z próbek referencyjnych wykorzystanych do ich kalibracji. Projekt CAST (*Consistent Artificial Soil Test deck*), zrealizowany wspólnie z Banque de France, miał na celu opracowanie sztucznego zestawu testowego do klasyfikacji zabrudzeń. Zaowocował on stworzeniem skutecznej metody realistycznego i spójnego imitowania zabrudzeń banknotów za pomocą wzorca stworzonego na drukarce atramentowej. Aplikuje się go na nieskazitelnie czystych arkuszach banknotów euro, sprowadzonych prosto z drukarni. Stworzone tą metodą zestawy wykorzystuje się dziś przy kalibracji urządzeń do sortowania banknotów.



Przed projektem CAST wyboru banknotów do kalibracji urządzeń sortujących dokonywano ręcznie, więc ich jakość różniła się zależnie od odczucia osoby, która je wybierała. Sytuacja była jeszcze bardziej skomplikowana, kiedy oceny dokonywano w różnych lokalizacjach oraz przy użyciu różnego sprzętu i różnych zestawów testowych. Jak wykazał projekt PROFIT, zestawy testowe do klasyfikacji zabrudzeń są istotnym narzędziem oceny skuteczności urządzeń do sortowania banknotów pod kątem jakości obiegowej. Jednak zestawy złożone z prawdziwych banknotów pozyskanych z obiegu są dość kosztowne, a ich zebranie – czasochłonne. Ponadto szybko się starzeją i nie można ich dokładnie odtworzyć na potrzeby przyszłych testów. Stworzone przez nas zestawy CAST są dwukrotnie dokładniejsze od zestawu referencyjnego, koszt ich sporządzenia jest nieporównanie mniejszy i można je przepuścić przez urządzenie sortujące ponad 100 razy (ok. pięć razy więcej niż zestaw referencyjny), zanim się zużyją i trzeba je będzie wymienić.

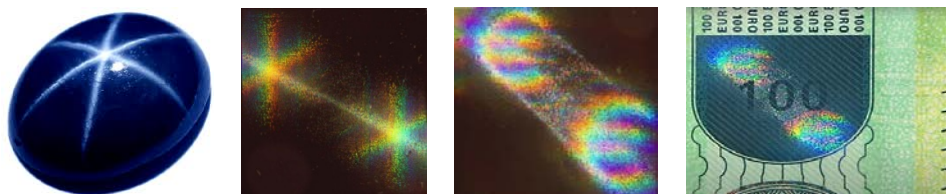
Projekt SAPPHIRE: Holograficzne zabezpieczenie banknotów euro („hologram z satelitami”)

Wzmocnienie zabezpieczeń banknotów euro inspirowane naturą

Wymyśliliśmy, zaprojektowaliśmy i stworzyliśmy jawny element zabezpieczający do sprawdzania autentyczności banknotów oparty na zjawisku asteryzmu.

Jest to zjawisko optyczne występujące naturalnie w szafirach, rubinach i kilku innych rodzajach kamieni szlachetnych. Polega na tym, że na wypolerowanej powierzchni

kamienia pojawiają się ułożone gwiazdzście świetliste pasma – dwa, cztery lub sześć – które przy jego obracaniu przemieszczają się, jakby podążając za naszym spojrzeniem. Żeby to zabezpieczenie dobrze działało, trzeba je było zaprojektować do tłoczenia na gorąco (technika stosowana w istniejącym hologramie) lub umieszczenia w przezroczystym okienku z portretem.



Projekt SAPHIRE zaowocował gamą próbek laboratoryjnych, które nadawały się do zastosowania na banknotach i dawały ciekawy efekt wizualny. Ostatecznym wynikiem był [hologram z satelitami](#), który dziś można zobaczyć na banknotach euro. Ten hologram wymaga szczególnych technik tworzenia oraz odpowiedniego know-how, ale uzyskuje się go na standardowym sprzęcie do produkcji folii. To pokazuje, że nowatorskie i znacznie ulepszone zabezpieczenia nie muszą wymagać nowej technologii produkcji.

Projekt GREEN: Opracowanie procesu osadzania próżniowego dla płyt do wklęsłodruku

Lepsze i bardziej zielone

Oceniliśmy i zweryfikowaliśmy w warunkach przemysłowych przyjazny dla środowiska proces powlekania niklowych płyt do wklęsłodruku, opracowany we współpracy z Banca d'Italia jako alternatywa dla galwanicznego powlekania płyt chromem.

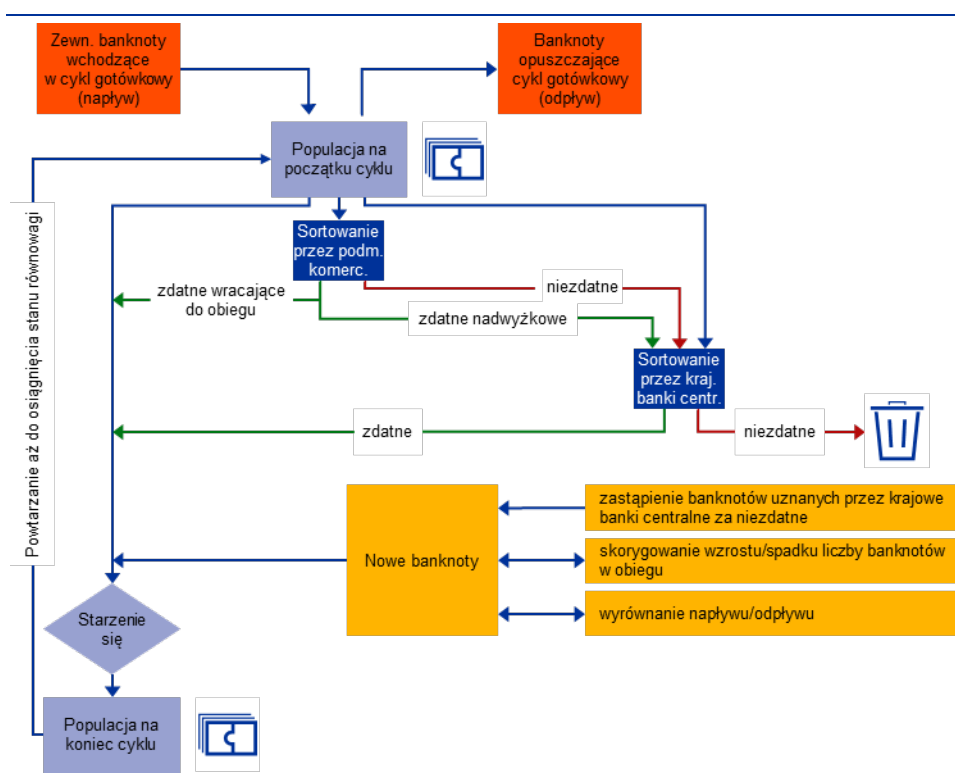


Wklęsłodruk (druk stalorytniczy) to jeden z głównych etapów drukowania banknotów euro, który nadaje im charakterystyczną fakturę. Wykorzystuje się w nim specjalne płyty metalowe, zazwyczaj niklowe. W celu zwiększenia odporności powierzchni drukującej na korozję i ścieranie, niklowe płyty do wklęsłodruku zwykle pokrywa się twardą powłoką nanoszonego galwanicznie chromu. W przeszłości tę powłokę nanoszono w procesie powlekania galwanicznego, wymagającym użycia roztworu sześciowartościowego chromu – toksycznego związku, który przy nieodpowiednim stosowaniu może bardzo niekorzystnie oddziaływać na środowisko i na zdrowie i który jest uważany za czynnik potencjalnie rakotwórczy przy wdychaniu. Nowa technologia powlekania GREEN opiera się na fizycznym nanoszeniu oparów (PVD) – bardzo czystej metodzie, która nie wymaga stosowania toksycznych substancji pośrednich. Stosowano ją wcześniej do powlekania chromem małych przedmiotów, takich jak oprawki okularów, krany i części samochodowe. My podjęliśmy wyzwanie pokrycia bardzo dużej, delikatnie grawerowanej powierzchni, w taki sposób, żeby zachować do procesu drukowania nawet najdrobniejsze detale. W ramach projektu GREEN szukaliśmy rozwiązania problemu narażenia pracowników na chrom sześciowartościowy i udało nam się je znaleźć, a jednocześnie osiągnęliśmy większą wydajność niż w dotychczasowym procesie.

MODEL OBIEGU: Dwa modele komputerowe do symulacji cykli obiegu banknotów euro

Niech nam krąży gotówka!

Wiemy, że jakość banknotów w obiegu w różnych krajach strefy euro nie jest jednolita, chociaż wszędzie używa się takich samych banknotów. Wiemy także, że wpływa na to specyfika poszczególnych krajów, np. sposób używania banknotów i skala zaangażowania banku centralnego w operacje przetwarzania gotówki, ale nie ustalono jeszcze, jak istotny jest każdy z tych parametrów. Poniżej opisujemy dwa modele komputerowe do symulacji cykli obiegu banknotów. Za ich pomocą przewidujemy, co dzieje się z banknotami euro krążącymi po świecie.



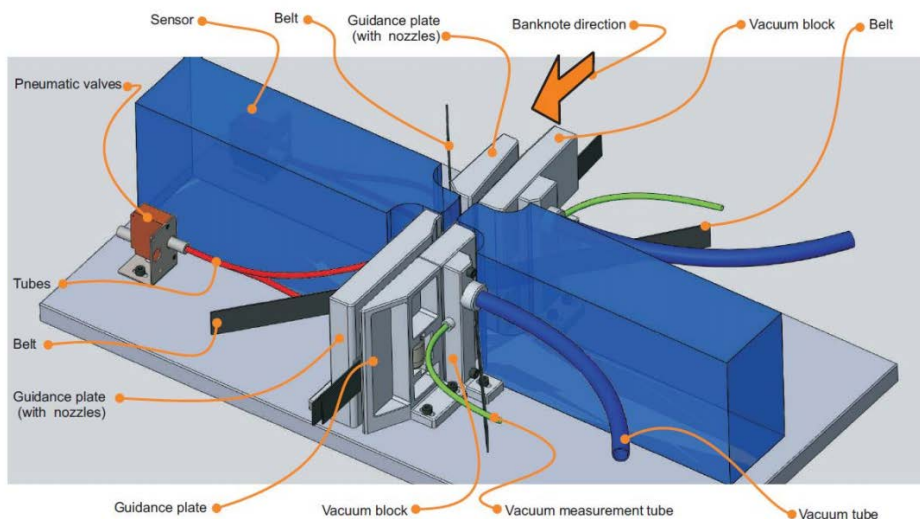
Pierwszy model dokonuje symulacji cyklu obiegu gotówki metodą teoretyczną na podstawie głównych liczb i tworzy model jakości obiegowej banknotów w postaci jednowymiarowego profilu poziomów jakości. Model identyfikuje (a) częstotliwość zwracania banknotów do banku centralnego, (b) próg jakości stosowany przy automatycznym przetwarzaniu banknotów w banku centralnym oraz (c) długość życia banknotów, jako trzy główne czynniki warunkujące jakość banknotów w obiegu i koszt cyklu obiegu gotówki. Stwierdzono, że pewne znaczenie, chociaż niższe, mają zmienności występująca przy produkcji, próg jakości obiegowej stosowany przez podmioty komercyjne obsługujące obieg gotówki oraz dokładność czujników jakości stosowanych do sortowania banknotów. Drugi model symuluje banknoty w obiegu w ujęciu jednostkowym i jest ukierunkowany na modelowanie krajowych

cykli obiegu gotówki na podstawie dostępnych danych o pojedynczych banknotach. Model jest skonstruowany z użyciem danych zebranych poprzez monitorowanie banknotów w obiegu podczas „próby obiegowej” prowadzonej w trzech krajach strefy euro. Porównujemy wyniki z drugiego modelu, opartego na danych, dotyczące przewidywanej jakości z rzeczywistymi danymi o cyklu gotówkowym zbieranymi poza próbą obiegową, rozważamy przyczyny stwierdzonych różnic i ustalamy, jakie czynniki warunkują optymalny teoretyczny krajowy [cykl obiegu banknotów](#).

Interfejs CDI2: Otwarty standard dla wysokowydajnych sorterów banknotów

Wspólna sprawa

Jednolity interfejs do modułów kontrolnych (CDI2) to nowatorski otwarty standard dla wysokowydajnych urządzeń do sortowania banknotów (por. opis projektu PROFIT) opracowany przez Europejski Bank Centralny i System Rezerwy Federalnej we współpracy z De Nederlandsche Bank i Oesterreichische Banknoten- und Sicherheitsdruck GmbH. Dzięki wprowadzeniu tego standardu banki centralne i podmioty komercyjne w centrach sortowania gotówki mają pełną kontrolę nad stosowanymi przez siebie urządzeniami, co stanowi całkowitą zmianę podejścia.



W przeszłości urządzenia do sortowania banknotów działały przeważnie jako zamknięte systemy, z bardzo ograniczonym dostępem do danych o podstawowych funkcjach. Modyfikacja algorytmu sortowania lub dodanie nowych czujników zawsze wymagały specjalistycznej wiedzy i wsparcia ze strony sprzedawcy danego urządzenia – i trzeba było za to płacić. Interfejs CDI2 zapewnia dostęp do bazowej algorytmu sortowania, a także do wizerunku banknotu uchwyconego przez urządzenie, wraz z odnośnymi danymi o sortowaniu. Pozwala to bankom centralnym samodzielnie instalować nowe, pasujące czujniki oraz stwarza nowe możliwości

przetwarzania danych. Obecnie jest dostępny symulator CDI2 z całym kodem źródłowym oraz wsparcie techniczne potrzebne do wdrożenia interfejsu.

Te symulatory są już stosowane przez dwóch dużych producentów sorterów oraz różnych producentów czujników do rozwijania urządzeń zgodnych ze standardem CDI2. Do zestawu opracowanych symulatorów należy też mechaniczny podajnik banknotów, co pozwala na szczegółowe testowanie nowych modułów przed ich instalacją w [urządzeniach do sortowania banknotów](#).

© Europejski Bank Centralny 2021

Adres do korespondencji 60640 Frankfurt am Main, Niemcy
Telefon +49 69 1344 0
Internet www.ecb.europa.eu

Wszelkie prawa zastrzeżone. Zezwala się na wykorzystanie do celów edukacyjnych i niekomercyjnych pod warunkiem podania źródła.

Objaśnienia terminów można znaleźć w [słowniczku EBC](#) (dostępnym jedynie po angielsku).