



Voorbeelden van eerder uitgevoerde onderzoeks- en ontwikkelingsactiviteiten (R&D)

PROFIT: Verbetering van het sorteerproces voor gebruikte bankbiljetten

Biljetten sparen is niet hetzelfde als geld besparen, maar het is ons alle twee gelukt.

Met het PROFIT-programma wilden we inzicht krijgen in alle factoren die de nauwkeurigheid van het sorteren van bankbiljetten op geschiktheid beïnvloeden. Dit stelde ons in staat de werking van verschillende soorten bankbiljettensoortermachines te beoordelen en hun instellingen te optimaliseren door een nieuw kalibratiesysteem toe te passen.



Zodra eurobankbiljetten in omloop zijn, wordt er op allerlei manieren ruw met ze omgesprongen (wrijving, bevuiling, hardhandig gebruik, enz.). De verwachting is dat ze hiertegen een bepaalde tijd bestand zijn. Eurobankbiljetten zijn gemaakt om lang mee te gaan, maar we willen ervoor zorgen dat de biljetten in omloop in goede staat en relatief schoon zijn. Daarom controleren we bankbiljetten zodra ze terugkeren naar een van onze geldsorteercentra. Dit gebeurt regelmatig als onderdeel van de

normale bankbiljettencyclus. Het is uiterst belangrijk dat de geldsorteercentra beschikken over betrouwbare bankbiljettensorteermachines, zodat ze alleen de goede bankbiljetten bewaren en alleen ongeschikte biljetten vernietigen. Kleine verschillen in de prestaties van dergelijke machines kunnen een enorme invloed hebben op de kwaliteit van de bankbiljetten in omloop en vooral op de kosten voor het Eurosysteem, aangezien ongeschikte eurobankbiljetten vervangen moeten worden door vers gedrukte.

De nationale centrale banken van het Eurosysteem bedienen ongeveer 400 snelle bankbiljettensorteermachines, waarmee jaarlijks ongeveer 30 miljard eurobankbiljetten worden verwerkt. Sommige van deze machines kunnen tot wel 40 bankbiljetten per seconde controleren op geschiktheid en echtheid en ze ofwel stapelen ofwel vernietigen!

Vóór PROFIT werd voor conventionele tests en kalibratie van bankbiljettensorteermachines een verzameling referentiebiljetten bestaande uit echte, in uiteenlopende mate vervuilde bankbiljetten gebruikt, waarbij elk biljet visueel werd beoordeeld door een team van deskundigen. Dit was een complexe exercitie voor de beoordelaars, met bovendien als nadeel dat de gebruikte biljetten in de loop van de tijd aangetast werden. Met PROFIT bleek dat een dergelijke deskundigenbeoordeling van het bevuilen van bankbiljetten zich niet perfect laat herhalen. Daarom beoordelen we bankbiljetten tegenwoordig met behulp van een speciale tool (Image Classification and Evaluation – ICE). Deze tool draait op een computer met een scherm met gekalibreerde kleuren. De expert controleert geen echte bankbiljetten, maar afbeeldingen van in uiteenlopende mate vervuilde bankbiljetten op het scherm. De expert merkt dan elk beeld aan als geschikt of ongeschikt zodat de software kan ‘leren’. Deze methode levert gegevens van hogere kwaliteit op, die ervoor zorgen dat de manier waarop bankbiljettensorteermachines de biljetten zien, meer overeenstemt met de manier waarop mensen op straat hun biljetten bekijken. Daardoor hebben we het aantal onterecht vernietigde bankbiljetten aanzienlijk kunnen verminderen, waardoor we niet alleen bankbiljetten maar ook geld hebben kunnen sparen.

CAST: Ontwikkeling van een verzameling kunstmatig maar consistent vervuilde referentiebiljetten

Is het ooit bij u opgekomen vlekken te maken op uw bankbiljetten met een inkjetprinter? Doe het vooral niet! Wij hebben het trouwens al in uw plaats gedaan. We hebben onze bankbiljetten besmeurd om ervoor te zorgen dat uw bankbiljetten schoon blijven. En ja, we hebben daarvoor een inkjetprinter gebruikt.

Bij het testen van de resultaten van bankbiljettensorteermachines was het moeilijk uit te maken of afwijkingen in de resultaten van de machines te wijten waren aan de sensoren of aan de referentiebiljetten die voor de kalibratie werden gebruikt. Bij het CAST-project (consistent artificial soil test deck), dat werd opgezet in samenwerking met de Banque de France, werd een succesvolle methode ontwikkeld voor het realistisch en consistent bevuilen van bankbiljetten. Smetteloze eurobankbiljetten,

vers van de drukkerij, werden met behulp van een inkjetprinter en een speciaal daarvoor ontwikkeld sjabloon bevuild. Deze biljetten worden nu gebruikt voor de kalibratie van onze machines.



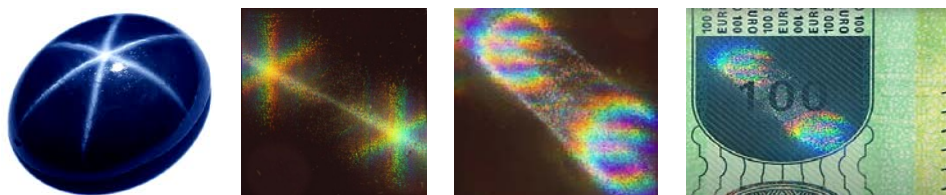
Vóór CAST werden de biljetten voor de kalibratie handmatig geselecteerd en de kwaliteit ervan verschilde, afhankelijk van het oordeel van de medewerker die ze verzamelde. Nog complexer werd het toen die beoordelingen op meerdere plaatsen gebeurden, met verschillende apparaten en op basis van uiteenlopende verzamelingen referentiebiljetten. Zoals bij PROFIT is aangetoond, zijn de referentiebiljetten een cruciale factor om de resultaten van bankbiljettensoortermachines te beoordelen. Referentiebiljetten bestaande uit echte bankbiljetten die uit de omloop worden gehaald, zijn echter vrij duur en het is tijdrovend om ze samen te stellen. Ze verouderen ook snel en zijn niet consistent te repliceren voor toekomstig gebruik. De CAST-biljetten die we hebben ontwikkeld zijn twee keer zo nauwkeurig als de oude referentiebiljetten. Ze kunnen tegen een fractie van de kosten worden geproduceerd en meer dan 100 keer in de sorteermachines worden gebruikt (ongeveer vijf keer zoveel).

SAPPHIRE: Satellithologram voor eurobankbiljetten

Inspiratie uit de natuur om de veiligheid van de euro te verbeteren.

Op basis van asterisme hebben we een echtheidskenmerk bedacht, ontworpen en ontwikkeld.

Asterisme is een optisch verschijnsel dat zich van nature voordoet bij saffieren, robijnen en enkele andere edelstenen, waarbij het beeld van een heldere ster met twee, vier of zes stralen op het gepolijst oppervlak verschijnt. Het beeld volgt je blik als de steen wordt gekanteld. Om te kunnen gebruiken op eurobankbiljetten moet dit veiligheidskenmerk zo worden ontworpen dat het met behulp van warmdruk op het bankbiljet kan worden toegepast (zoals nu bij een hologram gebeurt) of in het doorzichtige portretraampje kan worden geplaatst.



Het SAPPHIRE-project leverde uiteenlopende visueel interessante laboratoriummonsters op die goed geschikt waren voor potentiële toepassing op bankbiljetten. Dit leidde tot het [satelliethologram](#) dat vandaag op eurobankbiljetten te zien is. Hoewel het satelliethologram specifieke afbeeldingstechnieken en knowhow vereist, wordt het geproduceerd met standaardapparatuur voor foliedruk. Dit toont aan dat nieuwe productietechnieken geen noodzakelijke voorwaarde zijn voor innovatieve en sterk verbeterde kenmerken.

GREEN: Ontwikkeling van een vacuümafzettingsprocedé voor diepdrukplaten

Groener en beter.

We hebben een milieuvriendelijk coatingprocedé voor nikkel diepdrukplaten beoordeeld en industrieel gevalideerd. Het procedé werd ontwikkeld in samenwerking met de Banca d'Italia, als alternatief voor galvanische verchroming.

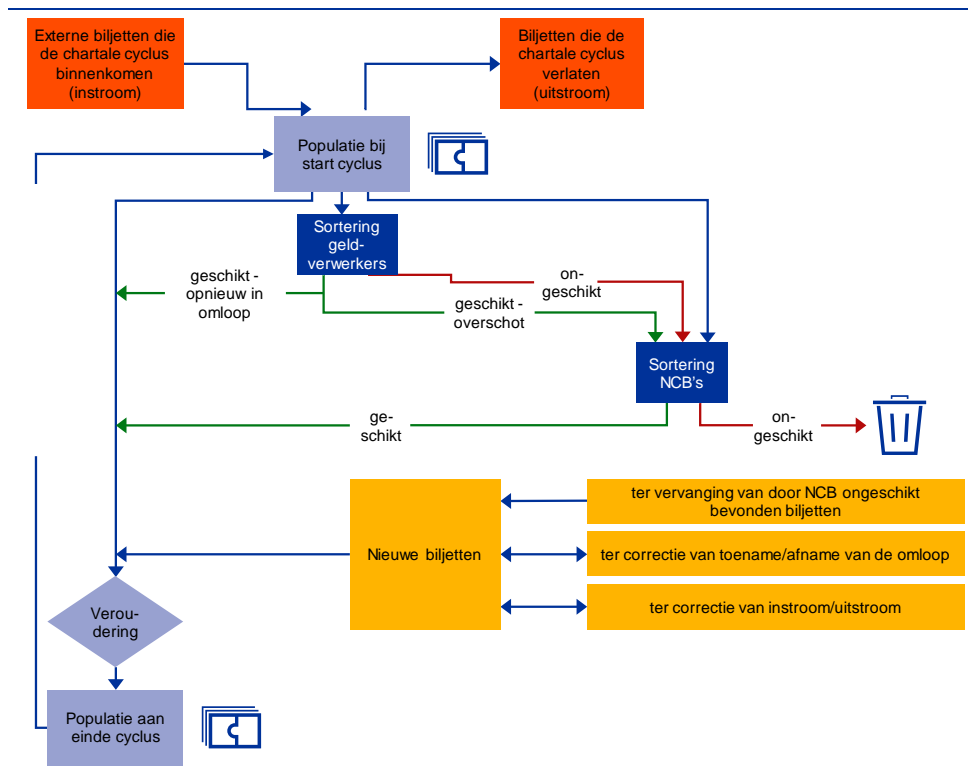


Diepdruk, een van de belangrijkste stappen in het drukken van eurobankbiljetten, geeft de bankbiljetten hun karakteristieke tastbaarheid en gevoel. Voor dit proces zijn speciale metalen platen nodig, meestal gemaakt van nikkel. Drukplaten uit nikkel worden gewoonlijk afgewerkt met een harde laag gegalvaniseerd chroom om het plaatoppervlak beter bestand te maken tegen corrosie en slijtage. In het verleden werd deze coating aangebracht via een galvanisatieproces. Daarvoor wordt gebruikgemaakt van een oplossing van zeswaardig chroom, een toxische verbinding die, indien niet op de juiste manier gebruikt, aanzienlijke milieu-, gezondheids- en veiligheidsrisico's meebrengt en die potentieel kankerverwekkend is bij inademing. De nieuwe GREEN-coatingtechnologie is gebaseerd op fysische dampafzetting, een zeer schone techniek waarvoor geen toxische hulpstoffen nodig zijn. De techniek werd al gebruikt voor het verchromen van kleine objecten zoals glazen, kranen en auto-onderdelen, maar onze uitdaging bestond erin om voor het eerst een zeer groot, fijn gegraveerd oppervlak te behandelen waarop we elk klein detail voor het drukproces moesten bewaren. Met GREEN hebben we het risico van de blootstelling van werknemers aan zeswaardig chroom aangepakt en opgelost. Bovendien hebben we ook betere resultaten behaald dan met het oude procedé.

CIRCULATIEMODEL: Twee computermodellen om de omloopcyclus van eurobankbiljetten te simuleren

Geld moet blijven rollen!

We weten dat de kwaliteit van de bankbiljetten in omloop in de landen van het eurogebied varieert, ook al gebruiken we overal identieke eurobankbiljetten. We weten ook dat dit wordt beïnvloed door nationale kenmerken, zoals de manier waarop mensen bankbiljetten gebruiken en de mate waarin de centrale bank betrokken is bij de verwerking van contant geld. De rol van alle afzonderlijke factoren is echter nog niet duidelijk vastgesteld. Hieronder beschrijven we twee computermodellen voor de simulatie van bankbiljettencycli die we gebruiken om te voorspellen wat er met bankbiljetten gebeurt als ze in omloop zijn.



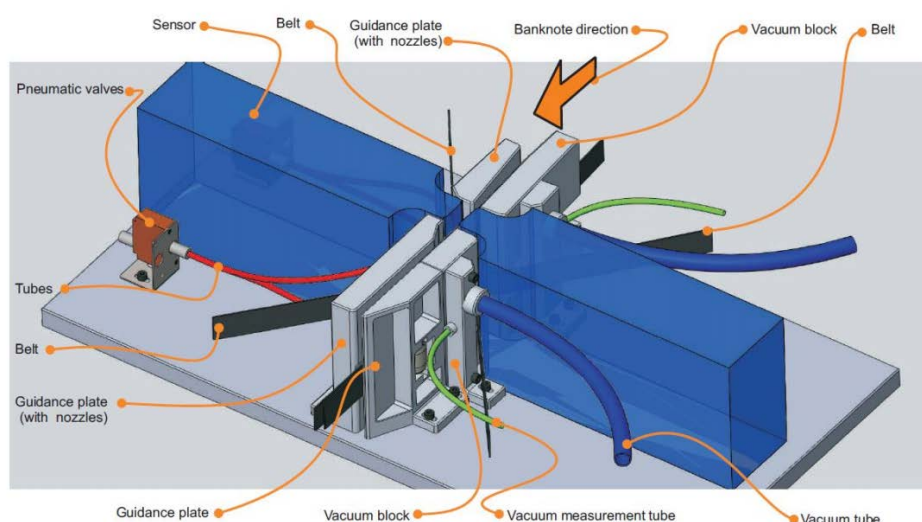
In het eerste model wordt een contantgeldcyclus gesimuleerd aan de hand van een theoretische benadering op basis van kerncijfers. Daarbij wordt de geschiktheid van bankbiljetten gemodelleerd als een eendimensionaal profiel van geschiktheidsniveaus. Volgens dit model zijn i) de frequentie waarmee bankbiljetten naar de centrale bank terugkeren, ii) de geschiktheidsdrempel die wordt gebruikt bij de geautomatiseerde verwerking van bankbiljetten door de centrale bank en iii) de levensduur van bankbiljetten de drie belangrijkste factoren voor de kwaliteit van de bankbiljetten in omloop en de kosten van de bankbiljettencyclus. Schommelingen in de productie van nieuwe bankbiljetten, de door commerciële geldverwerkers toegepaste geschiktheidsdrempel en de nauwkeurigheid van de bij het sorteerproces

gebruikte geschiktheidssensoren blijken een kleiner, maar niet-verwaarloosbaar effect te hebben. In het tweede model, waarbij landspecifieke contantgeldcycli worden gemodelleerd met behulp van beschikbare gegevens over afzonderlijke bankbiljetten, worden bankbiljetten in omloop als afzonderlijke items gesimuleerd. Het model wordt geconstrueerd aan de hand van gegevens die zijn verzameld door het monitoren van bankbiljetten in omloop gedurende de duur van een ‘circulatieproef’ die in drie landen van het eurogebied is uitgevoerd. De voorspelde kwaliteitsresultaten van het tweede op gegevens gebaseerde model worden vergeleken met de werkelijke gegevens van de contantgeldcyclus die buiten de circulatieproef zijn verzameld. De redenen voor de gevonden afwijkingen worden besproken en afgesloten wordt met overwegingen voor een optimale theoretische nationale [bankbiljettencyclus](#).

CDI2: Open standaard voor snelle bankbiljettensoortemachines

Delen is helen.

De gemeenschappelijke detectorinterface 2 (Common Detector Interface 2 – CDI2) is een nieuwe open standaard voor snelle bankbiljettensoortemachines (zie PROFIT hierboven), ontwikkeld door de Europese Centrale Bank en de Federal Reserve, in samenwerking met De Nederlandsche Bank en Oesterreichische Banknoten- und Sicherheitsdruck GmbH. Grensverleggend aan CDI2 is dat het centrale banken en andere commerciële gebruikers in geldsorteercentra in staat stelt de controle over hun bankbiljettensoortemachines volledig in handen te nemen.



In het verleden waren bankbiljettensoortemachines meestal gesloten systemen met zeer beperkte toegang tot gegevens over de eigenlijke werking van de machines. De aanpassing van de sorteerlogica of de integratie van nieuwe detectoren vereiste altijd diepgaande kennis van de machine en ondersteuning – tegen betaling – van de

leverancier. CDI2 biedt toegang tot de onderliggende sorteerlogica, evenals de afbeelding van bankbiljetten zoals vastgelegd door de sorteermachine en de bijbehorende sorteergegevens. Het systeem stelt centrale banken in staat om zelf nieuwe conforme detectoren te installeren en biedt nieuwe dataverwerkingsmogelijkheden. Een CDI2-simulator met alle onderliggende broncode is nu beschikbaar, samen met de technische ondersteuning die nodig is om de interface te implementeren.

CDI2-simulators worden al door twee grote fabrikanten van bankbiljetten sorteermachines en een aantal detectorfabrikanten gebruikt voor de ontwikkeling van CDI2-conforme producten. De ontwikkelde simulators bevatten ook een mechanische biljettenlader, waardoor nieuwe detectoren grondig kunnen worden getest voordat ze in een [bankbiljetten sorteermachine](#) worden geïnstalleerd.

© Europese Centrale Bank, 2021

Postadres: 60640 Frankfurt am Main, Duitsland

Telefoon: +49 69 1344 0

Website: www.ecb.europa.eu

Alle rechten voorbehouden. Reproductie voor educatieve en niet-commerciële doeleinden is alleen toegestaan met bronvermelding.

Zie voor een verklaring van de terminologie de [ECB-woordenlijst](#) (alleen in het Engels).