

Statisztikai megközelítés

FLEXÓELJÁRÁSSAL PAPÍRZSÁKRA NYOMTATOTT FESTÉK ÁTADÁSÁNAK MODELLEZÉSÉRE

Verena Feirer, Ulrich Hirn, Herwig Friedl, Wolfgang Bauer

Graz University of Technology, Graz, Austria

Fordította: Keresztes Tamás. Lektorálta: dr. Novotny Erzsébet

Kapcsolat: verena.feirer@tugraz.at



A budapesti Iarigai szimpóziumon elhangzott előadás kivonata.

Kulcsszavak: festékátadás, flexónyomatás, zsák-papír, statisztikai modellezés, topográfia, tömörség (tömeg)

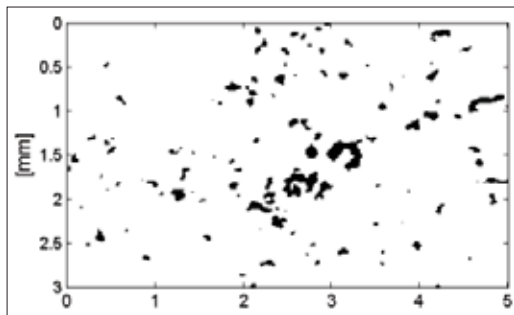
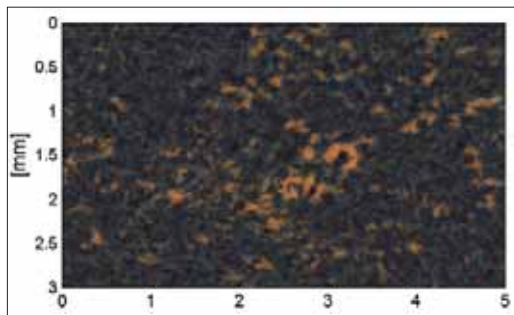
BEVEZETÉS

Csomagolópapírok esetében gyakori probléma a hiányos festékátadás. Munkánkban regisztrált papír-topográfiai és a tömörségi adatkészleteket használtunk a nyomtatási reflexió modellezéséhez. A festékátadás bináris jelenség, tehát ki kellett dolgozni egy modellezési eszközt, amely lehetővé teszi a bináris célváltozó előrejelzését. Az itt bemutatott munka újítása az, hogy a probléma megoldásához egy *általánosított lineáris modellt* alkalmaztunk. Ez lehetővé tette számunkra, hogy *különböző bemeneti változót* használjunk a festék lokális fedőképességének előrejelzéséhez.

A HELYI PAPÍR TULAJDONSÁGI TÉRKÉP ELKÉSZÍTÉSE

Tanulmányunk az ipari flexónyomatással nyomtatott papírszakot vizsgálja. Minden ívből két mintát választottunk, mintánként 5×5 cm méretben. Egy ilyen minta részletei láthatók az *1. ábrán*. A nyomtatási reflexiót és a felületi topográfiát egyidejűleg mértük meg egy InfiniteFocus rendszerrel (Wanske, Großman & Scherer 2008) $12,8 \mu\text{m}$ per pixel felbontással. A nyomtatási reflexió képet binarizáltuk, hogy csak azt az információt hordozza a megfigyelt területről, az sikeresen lett-e kinyomtatva, vagy sem. Ezt egy félautomatikus képelemző algoritmusmal (Donoser, Bischof & Wiltzsche, 2006) érték el, egy bináris térkép létrehozásával, amely a későbbi statisztikai modell forrásául szolgált.

A papír két tulajdonsága: a topográfia és a tömörség látható a *2. ábrán*. Ezekre van szükség, mint iránymutató változóra a statisztikai modellben. A lokális tömörséget béta-radiográfia al-

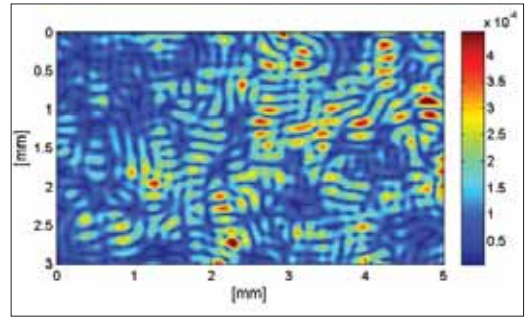
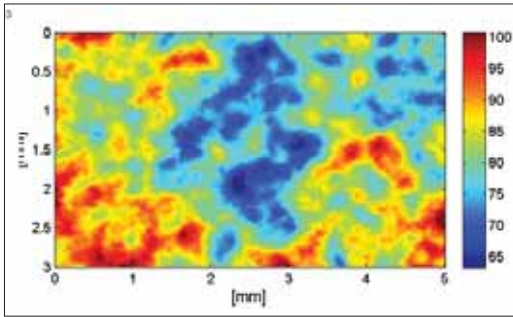
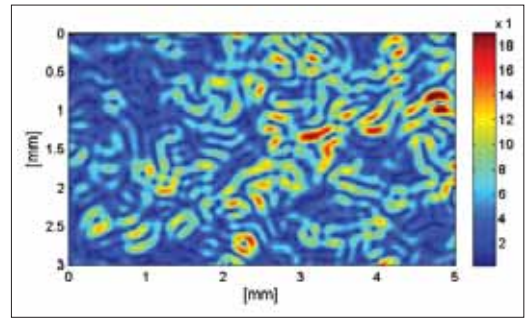
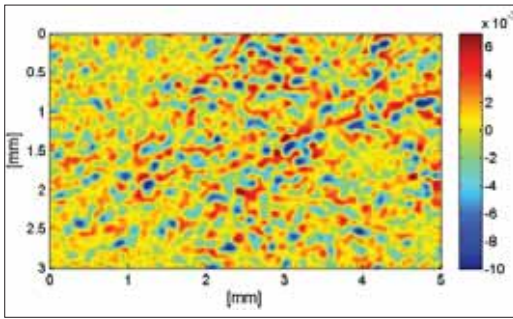


1. ábra. Az eredeti színes kép és binarizált változata az egyik minta részleteivel. A binarizált képen a fedetlen területek feketén, a megnyomott részek fehérén láthatók

kalmazásával mértük meg, $50 \mu\text{m}$ pixelenkénti felbontással.

Végül minden egyes papírjellemző térképet átméreteztünk úgy, hogy mindegyik felbontása $15 \mu\text{m}$ legyen. Ezeket az átméretezett térképeket a papírpályán tűszúrásokkal, mint illesztőjelekkel rögzítettük. Így minden egyes megfigyelt (szűrt) domborzati és szerkezeti jellemzőről kaptunk egy adathalmazt, az egyéb adatokat a rendelkezésre álló papírtulajdonsági térképekből és a sikeres festékátadás bináris reakciójából számoltuk ki.

A papír topográfiáján és tömörségén kívül megvizsgáltuk a topográfiai térkép első- és másodrendű deriváltjait is. Ennek a megfigyelésnek az az oka, hogy a lejtők meredeksége és a dom-



2. ábra. Két papírtulajdonság; a topográfia (fent) és a tömörség (lent), amelyeket a statisztikai modellben mint előrejelzést használunk.

A domborzati térképet egy áteresztő filterrel szűrtük meg, amely törölte a 100 μm -nál kisebb és a 3200 μm -nál nagyobb struktúrákat

borzati szerkezet görbülete más, fontos információt is tartalmazhat. Az ugyanabból a részletből származó derivátumokat a 3. ábrában látható képeken lehet megfigyelni.

STATISZTIKAI MODELLEZÉS

Célunk egy olyan statisztikai modell létrehozása volt, amellyel leírható a nyomat fedetlen részeinek előfordulása. A jelenség bináris természete miatt az általánosított lineáris modellt (generalized linear model GLM) kell alkalmazni, amit először Nelder & Wedderburn (1972) mutatott be. A lineáris regressziós modellel szemben a generalizált lineáris modell lehetővé teszi a nem normális eloszlású reakciók figyelembevételét. Ha ilyen modellt használunk a számításához, akkor meg lehet határozni az összes vizsgált kimeneti reakcióra vonatkozó előrejelzés eredményét. Továbbá modell eredményei alapján kiszámíthatjuk minden egyes vizsgálat esetére a sikeres festékátvitel várható valószínűségét és a változók számértékeit.

3. ábra. A topográfiai térkép első- és másodrendű deriváltjai a lejtők meredekségével (fent) és a görbületekkel (lent)

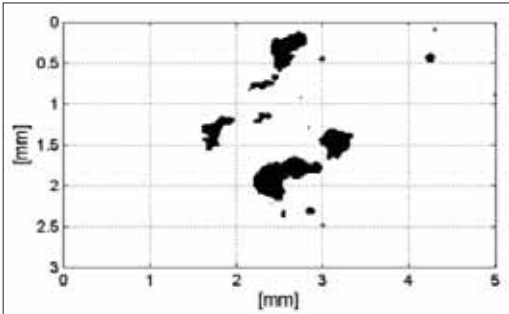
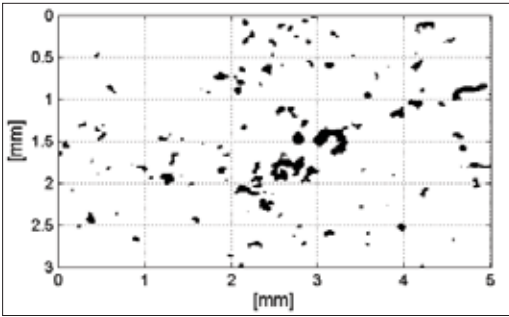
A tanulmányban szemléltetett modellek a változók különböző értelmezésének alkalmazása szempontjából különböznek, különösen a többféle módon szűrt topográfiai térképek esetében. Ilyen a domborzat és a tömörség párhuzamos vizsgálata, amit korábban sohasem vizsgáltak a festékátadással kapcsolatban.

A MODELLEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Egy sikeresen alkalmazott modellel lehetővé válik az egyes modell előrejelzések kiszámítása, mint például a megfigyelt nyomatlan területek valószínűsége, relatív száma.

Az a modell, amelyik csak a papír szerkezetét használja az előrejelzéshez, egyáltalán nem alkalmas a valódi szituáció ábrázolására (4. ábra, lent).

Az a modell, amely speciálisan szűrt topográfiai térképet használ, mint értelmezhető változókat, sokkal jobban tükrözi a valódi helyzetet. A kapott diszkrétizált modell előrejelzés egy 100 μm -tól 3200 μm -ig terjedő sávban szűrt topográfián alapul (6. ábra, fent).

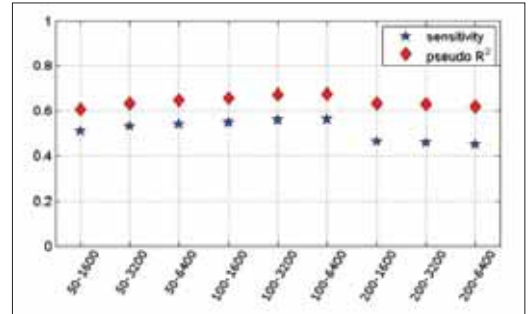
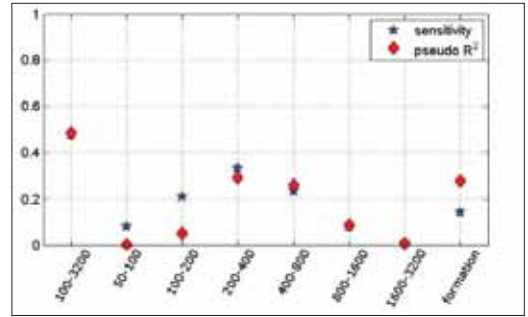


4. ábra. A valódi színes kép binarizált térképe (fent) és a diszkrétizált modell becslése a tömörség alapján (lent)

A fentebb ismertetett sáv szélesség a topográfiai térképek különböző sáv szélességű szűréseinek alapján készült diszkrétizált modellek előrejelzéseinek összehasonlításából származik.

A különböző modellek összehasonlításához két jellemző értéket használunk: a pseudo R^2 -et, ami egy determinációs együttható, hasonló, mint a lineáris regressziónál használt R^2 , és az érzékenységet, ami a megfigyelt nyomatlan terület százalékos értékét mutatja. Különböző modellek egy viszonylag keskeny sáv szélességen alapuló karakterisztikai értékeinek összefoglaló grafikáját mutatja az 5. ábra (fent). Mivel az összehasonlításból kiderül, hogy a kritikus struktúra a nagyobb sáv szélességen belül van, a modell második összehasonlítása eltérő, nagyobb sáv szélességgel szűrt topográfiai alapján készült. Az eredmény az 5. ábrán (lent) látható. Ezekből a megfigyelésekből levezethető, hogy azok a topográfiai belüli struktúrák felelősek leginkább a nyomatlan felületek előfordulásáért, amelyek mérete 100 és 3200 μm között van.

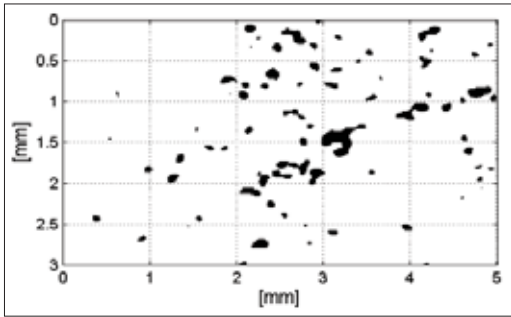
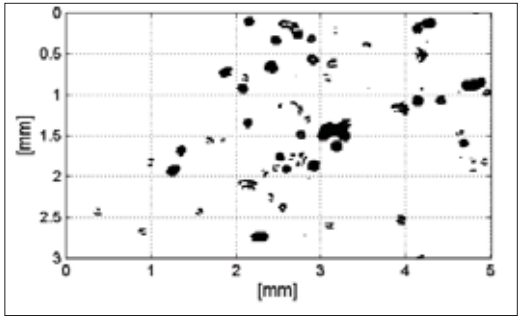
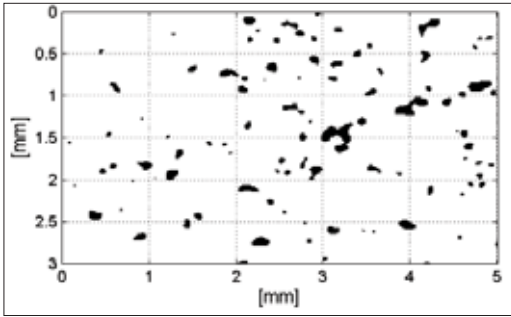
A diszkrétizált modell előrejelzése a 6. ábrán (lent) azt a helyzetet ábrázolja, amikor a modell mind a szűrt topográfiai, mind a tömörségi tér-



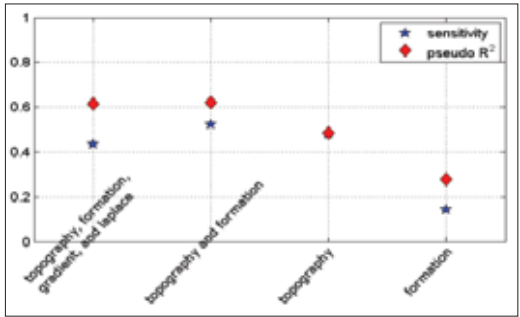
5. ábra. A különböző modellek érzékenységi és pseudo R^2 karakterisztikai értékeinek összehasonlítása. Mindegyik modell egy különlegesen szűrt topográfiai térképen alapszik; az alul látható karakterisztikai értékpárok mutatják az alkalmazott szűrő-sáv szélességet

kép feldolgozására alkalmas. A csupán topográfiai alapuló modellhez képest a tömörség által nyújtott kiegészítő információk javítják az előrejelzés minőségét. Azok a nagyon kis méretű, nyomatlannak jósolt, szétszórtan elhelyezkedő pontok, amelyek a valóságban végül is nyomtatottak lettek, most nem szerepelnek az előrejelzésben, és ezáltal lehetővé teszik a valósághű ábrázolást.

A továbbiakban olyan modelleken is gondolkodunk, amelyek nem csak a topográfiai és tömörségi térképeket használják előrejelzésként, hanem a topográfiai térképek első- és másodrendű deriváltjait is. A 7. ábra mutatja egy ilyen modell diszkrétizált előrejelzését, összehasonlítva a fentebb bemutatott, egyszerűbb pseudo R^2 és érzékenységi modellel. A modellek jellemző értékei és diszkrétizált modell előrejelzése alapján arra a következtetésre jutottunk, hogyha ezek a modellek kettő helyett akár négy értelmező változóra épülnének is, nem lehet jobb előrejelzést készíteni, mint az egyszerűbb, csak kétváltozós szűrt topográfiai és tömörségi térképekkel.



6. ábra. Diszkrétizált modell előrejelzés, amely csak a szűrt topográfiai térkép alapján készült (fent, szűrési sáv szélesség 100–3200 μm) és egy modell, amely ugyanezen a topográfiai térképen és a struktúra térképen alapul (lent)



7. ábra. Diszkrétizált modell előrejelzés a szűrt topográfiai (100–3200 μm) és tömörségi térképek, valamint az első- és másodrendű derivációk alapján (fent), és ezek jellemző értékeinek összehasonlítása a három egyszerűbb modell egyikével

KÖVETKEZTETÉS

Az általánosított lineáris modellek hatékony statisztikai eszközök az olyan bináris viselkedési problémák vizsgálatára, mint például a festékátadás. A statisztikai modellek általános alkalmazása a különböző bemeneti változókból kiinduló modellek készítésére új lehetőséget nyit a festékátadás tanulmányozására.

Az összehasonlítások azt mutatják, hogy a flexóeljárással nyomtatott papírsákkal kapcsolatos problémánk modellezésére leginkább a 100–3200 μm sávban szűrt topográfiai térkép és helyi tömörség információja alkalmas. Az eredményül kapott szűrési sáv szélesség lehetővé teszi a közvetlen értelmezést, mivel megmutatja, hogy a nyomtatási szempontból fontos topográfiai struktúra 100 és 3200 μm között van. A topográfiai és tömörségi modell jobb előrejelzést ad, mint az a modell, amelyik csak a lokális topográfiát használja, mivel figyelembe veszi a helyi tömeg hatását a nyomtatás eredményére. Az első- és másodrendű deriváltak kiegészítő infor-

mációi egyik előrejelzési modell minőségét sem növelik.

IRODALOM

- Barros, G. G. (2006). *Influence of Substrate Topography on Ink Distribution in Flexography*. Karlstad University Studies
- Donoser, M., Bischof, H., & Wiltsche, M. (2006). Color Blob Segmentation by MSER. Analysis. *Proceedings of International Conference on Image Processing (ICIP)*, 757–760
- Nelder, J. A., & Wedderburn, R. W. (1972). Generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society, A*, 370–384
- Wanske, M., Großmann, H., & Scherer, S. (2008). Messtechnische Bewertung von Tissue Produkten mit dem optischen Messsystem InfiniteFocus (in german). *Wochenblatt der Papierfabrikation*, 36, 473–477