

2D VIZUALIZÁCIA IDEÁLNEJ VÄZBY TKANINY

TUNÁK Maroš¹, LINKA Aleš²

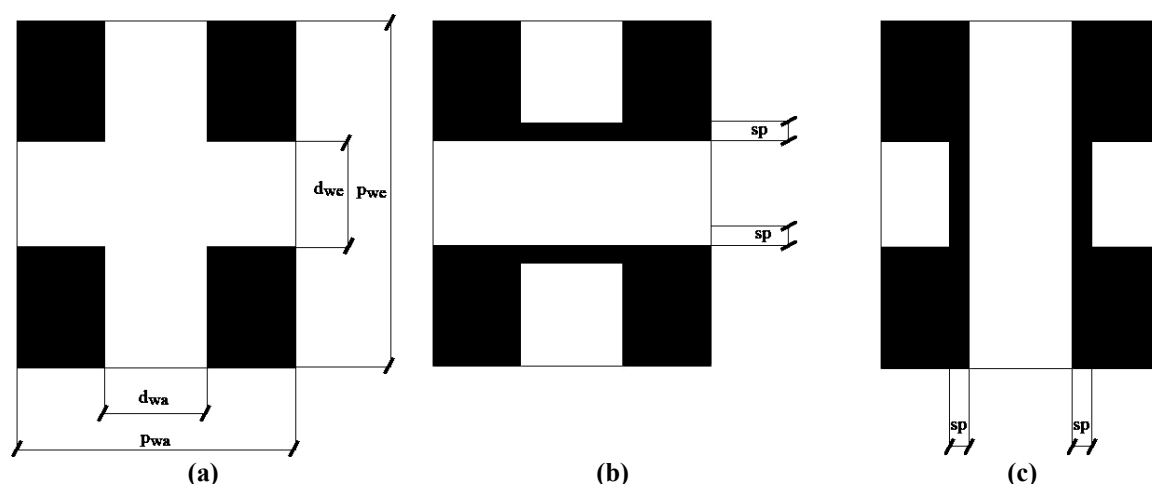
Katedra textilných materiálov, TU v Liberci, Hálkova 6, 461 17 Liberec 1

Priestorová filtrácia

K vytvoreniu periodickej modelovej štruktúry tkaniny bola využitá dvojrozmerná diskretná konvolučná veta, ktorá je základom filtrácie priestorového obrazu. Priestorová filtrácia pracuje s hodnotami obrazových pixelov v danom okolí a korešpondujúcich hodnôt podobrazu, ktorý má rovnakú veľkosť ako dané okolie. Tento podobraz sa nazýva konvolučná maska, (filter, jadro). Hodnoty konvolučnej masky sa nazývajú koeficientami. Proces priestorovej filtrácie pozostáva z posuvu konvolučnej masky z bodu do bodu vstupného obrazu. V každom bode obrazu (x,y) , je odozva masky v tomto bode vypočítaná na základe preddefinovaného vzájomného vzťahu. Pre lineárnu priestorovú filtráciu je tento vzťah daný sumou súčinov koeficientov konvolučnej masky a korešpondujúcich pixelov vstupného obrazu. Nech $h(x,y)$ je vstupný obraz, $g(x,y)$ výstupný obraz a $b(m,n)$ konvolučná maska. Potom konvolúcia masky s obrazom, označovaná \otimes , vypočíta hodnotu vo výstupnom obraze $g(x,y)$ ako lineárnu kombináciu hodnôt vstupného obrazu $h(x,y)$ v danom okolí reprezentatívneho pixelu (x,y) podľa [1], [2], [3]:

$$g(x, y) = b(x, y) \otimes h(x, y) = \sum_{m=0}^x \sum_{n=0}^y b(m, n) h(x - m, y - n). \quad (1)$$

Výstupný obraz modelu štruktúry tkaniny $g(x,y)$ je možné simulovať konvolúciou základného opakujúceho sa prvku, striedy väzby $b(m,n)$, ktorý predstavuje konvolučnú masku a vstupného obrazu siete $h(x,y)$. Na obr. 1 (a) je vidieť obecný väzný bod, zobrazovaný v úrovniach šedi. Biela predstavuje priadzu alebo niť a čierna zobrazuje medzeru medzi niťami. Obecný väzný bod je možné generovať na základe vstupných parametrov p_{wa} , p_{we} predstavujúcich rozteč osnovných resp. útkových nítí a d_{wa} , d_{we} charakterizujúcich priemer (šírku) osnovej resp. útkovej nite v pixeloch. Na obr. 1 (b) a (c) je zobrazený útkový a osnovný väzný bod. Previazanie je charakterizované parametrom sp vyjadrujúcim šírku previazania, tak tiež v pixeloch.



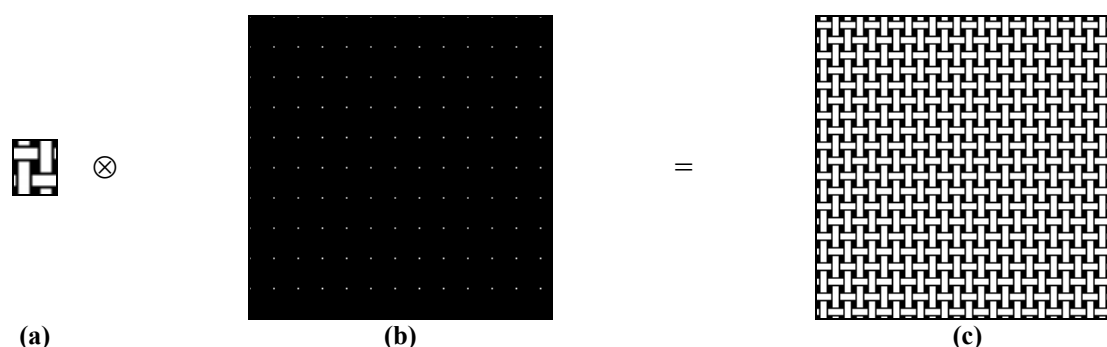
Obr. 1 (a) Obraz konvolučnej masky obecného väzného bodu, kde d_{wa} , d_{we} predstavuje priemer osnovej a útkovej nite v pixeloch, kde p_{wa} , p_{we} predstavuje rozteč osnovných resp. útkových nítí, (b) útkový väzný bod, (c) osnovný väzný bod, kde sp predstavuje šírku previazania.

¹Ing. Maroš Tunák, tel.: +420-48-535 3516, e-mail: maros.tunak@email.cz

²Doc. RNDr. Aleš Linka, CSc. tel.: +420-48-535 3548, fax: +420-48-535 3542, e-mail: ales.linka@vslib.cz

Simulácia väzby tkaniny

Strieda väzby tkaniny je taká časť väzby, ktorá sa v celej ploche, s výnimkou krajov tkaniny, pravidelne opakuje. Veľkosť striedy väzby je daná počtom osnovných väzných bodov krát počet útkových väzných bodov. K vytvoreniu modelovej štruktúry väzby tkaniny bola využitá konvolúcia striedy väzby a siete. Strieda väzby tkaniny je vytvorená skladaním osnovných a útkových väzných bodov v závislosti od typu väzby. Na obr. 2 (a) je vidieť striedu plátnovej väzby, ktorú tvoria dve osnovné a dve útkové nite, (b) zobrazuje sieť sústavy bodov opakovania väzby. Obr. 2 (c) je výsledok konvolúcie masky a siete a predstavuje plošný model plátnovej väzby o veľkosti $n=200$ pixelov s nastavenými vstupnými parametrami $p_{wa} = 8$, $p_{we} = 10$, $d_{wa} = d_{we} = 4$ a $sp = 1$ v pixeloch. K simulácii väzby tkaniny bol vytvorený program implementovaný do programového prostredia MATLAB, kde vstupnými parametrami sú veľkosť obrazu n , rozteč osnovných a útkových nití p_{wa} , p_{we} , šírka útkových a osnovných nití d_{wa} , d_{we} a šírka previazania sp (rozmery sú udávané v pixeloch).



Obr. 2 (a) Konvolučná maska, strieda plátnovej väzby, (b) sústava bodov opakovania väzby, (c) výsledok konvolúcie masky a siete pri zadaných parametroch $n=200$, $p_{wa}=8$, $p_{we}=10$, $d_{wa}=d_{we}=4$ a $sp=1$ v pixeloch.

Súvislosť medzi filtráciou v priestorovej oblasti a frekvenčnej oblasti

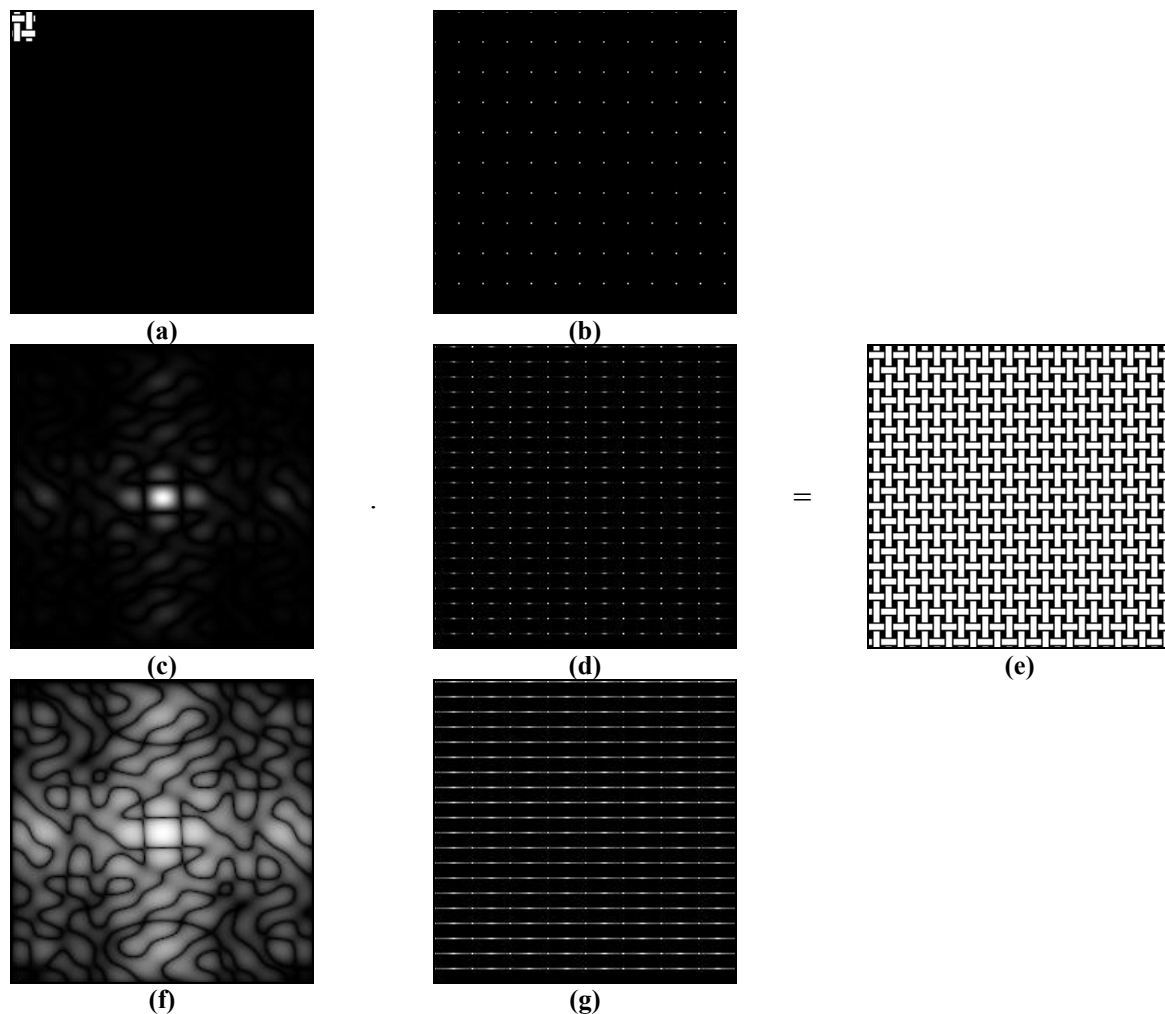
Nech $B(u,v)$ a $H(u,v)$ o rovnakej veľkosti označuje Fourierovu transformáciu priestorových obrazov $b(x,y)$ a $h(x,y)$ resp., potom konvolučná veta hovorí, že $b(x,y) \otimes h(x,y)$ a $B(u,v)H(u,v)$ tvoria pár Fourierovej transformácie. Výsledok je formálne v tvare:

$$b(x, y) \otimes h(x, y) \Leftrightarrow B(u, v)H(u, v) \quad (2)$$

Dvojitá šípka vyjadruje, že výraz na ľavej strane (konvolúcia v priestorovej oblasti) je možné získať inverznou Fourierovou transformáciou výrazu na pravej strane (súčin $B(u,v)$ a $H(u,v)$ po prvkoch vo frekvenčnej oblasti). A naopak, výraz na pravej strane je možné získať FT výrazu na ľavej strane. Obdobný výsledok konvolúcie vo frekvenčnej oblasti zredukuje výraz na ľavej strane na násobenie po prvkoch obrazov v priestorovej oblasti a naopak:

$$b(x, y)h(x, y) \Leftrightarrow B(u, v) \otimes H(u, v) \quad (3)$$

Na obr. 3 (a) je zobrazená konvolučná maska striedy väzby doplnená nulami do veľkosti siete, (b) zobrazuje sieť opakovania striedy. Obr. 3 (c) a (d) zobrazujú veľkosť (amplitúdové frekvenčné spektrum) $|F(u,v)|$ zobrazené v šedej škále. Po prevedení násobenia Fourierových obrazov po prvkoch a inverznej Fourierovej transformácii dostaneme obraz plátnovej väzby na obr. 3 (e). Obr. 3 (f), (g) predstavujú výkonové spektrum zobrazené taktiež v šedej škále.



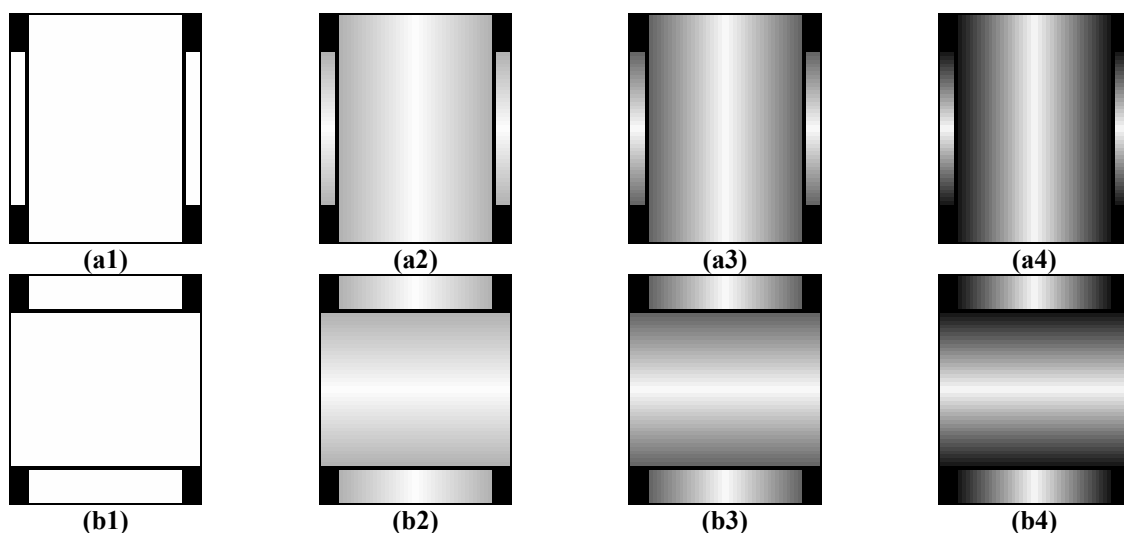
Obr. 3 (a) Obráz konvolučnej masky striedy väzby, (b) obráz siete opakovania striedy, (c), (d) amplitúdové frekvenčné spektrá, (e) výsledok inverznej Fourierovej transformácie konvolúcie $B(u,v).H(u,v)$, (f),(g) výkonové spektrá.

Simulácia tieňa nite

Tieň nite je simulovaný ako lineárny prechod od hranice nite po stred nite. Udáva ho parameter rr , ktorý je na intervale $0 - 1$, kde 1 predstavuje bielu a 0 čiernu. Ostatné hodnoty vnútri intervalu predstavujú úrovne šedi. Algoritmus výpočtu lineárneho prechodu pracuje na základe týchto krokov:

1. výpočet stredu nite,
2. výpočet rozsahu lineárneho prechodu,
3. výpočet kroku pre lineárny prechod,
4. určenie vektoru úrovni šedi.

Na obr. 4 sú zobrazené osnovné (a^*) a útkové (u^*) väzné body. Na obr. (*2), (*3), (*4) je zobrazený tieň nite vo väznom bode pre parameter $rr = 0.7, 0.4, 0.1$, kde parameter $rr = 0.1$ predstavuje najväčšiu hĺbku lineárneho prechodu.



Obr. 4 (a1) Osnovný väzný bod bez tieňa, (b1) útkový väzný bod bez tieňa, (a2) – (a4) osnovné väzné body s tieňom s parametrom $rr = 0.7, 0.4$ a 0.1 , (b2) – (b4) útkové väzné body s tieňom s parametrom $rr = 0.7, 0.4$ a 0.1 ,

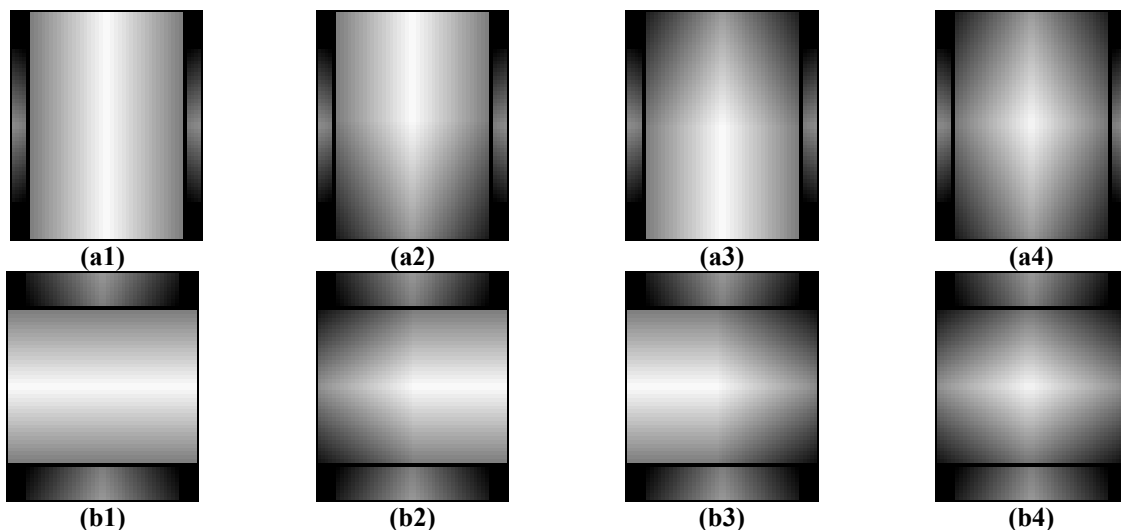
Tieň previazania

Tieň previazania je simulovaný ako lineárny prechod od stredu nite po hranicu previazania. udáva ho parameter rrr , ktorý je na intervale $0 - 1$. Tieň je realizovaný znížením intenzity jasu vektoru (riadkového al. stĺpcového) kolmého na tieň nite. Algoritmus výpočtu prechodu pracuje na základe týchto krokov:

1. výpočet hranice previazania,
2. výpočet rozsahu prechodu,
3. výpočet kroku pre lineárny prechod,
4. určenie vektoru úrovni šedi.

Na obr. 4 sú zobrazené osnovné (a^*) a útkové (b^*) väzné body. Osnovné väzné body môžu nadobúdať štyri stavy a to: (a1) bez tieňa previazania Oz, (a2) s tieňom previazania dole Od, (a3) s tieňom previazania hore Oh a (a4) s tieňom previazania na oboch stranách O s nastavenými parametrami $rr = 0.5, rrr = 0.5$. Podobne je to aj pre útkové väzné body: (b1) bez tieňa previazania Uz, (b2), (b3), (b4) s tieňom previazania vľavo Ul, vpravo Up a na oboch stranách U. Celkovo väzné body môžu nadobúdať osem stavov. Strieda väzby je zadávaná vo forme matice, kde 0 predstavuje osnovný väzný bod a 1 útkový väzný bod. Algoritmus na zistenie vhodného väzného prvku pracuje na základe krokov:

1. Ak je na danom mieste matice 0, tak
 - 1.1. ak je nad a pod daný bodom 0, vlož na dané miesto Oz,
 - 1.2. ak je nad daným bodom 1 a pod daným bodom 0, vlož Oh,
 - 1.3. ak je nad daným bodom 0 a pod daným bodom 1, vlož Od,
 - 1.4. inak, vlož O,
 2. inak
 - 2.1. ak je vpravo a vľavo od daného bodu 1, vlož na dané miesto Uz,
 - 2.2. ak je vpravo od daného bodu 1 a vľavo 0, vlož Ul,
 - 2.3. ak je vpravo od daného bodu 0 a vľavo 1, vlož Up,
 - 2.4. inak, vlož U,
- pre všetky prvky matice striedy väzby.



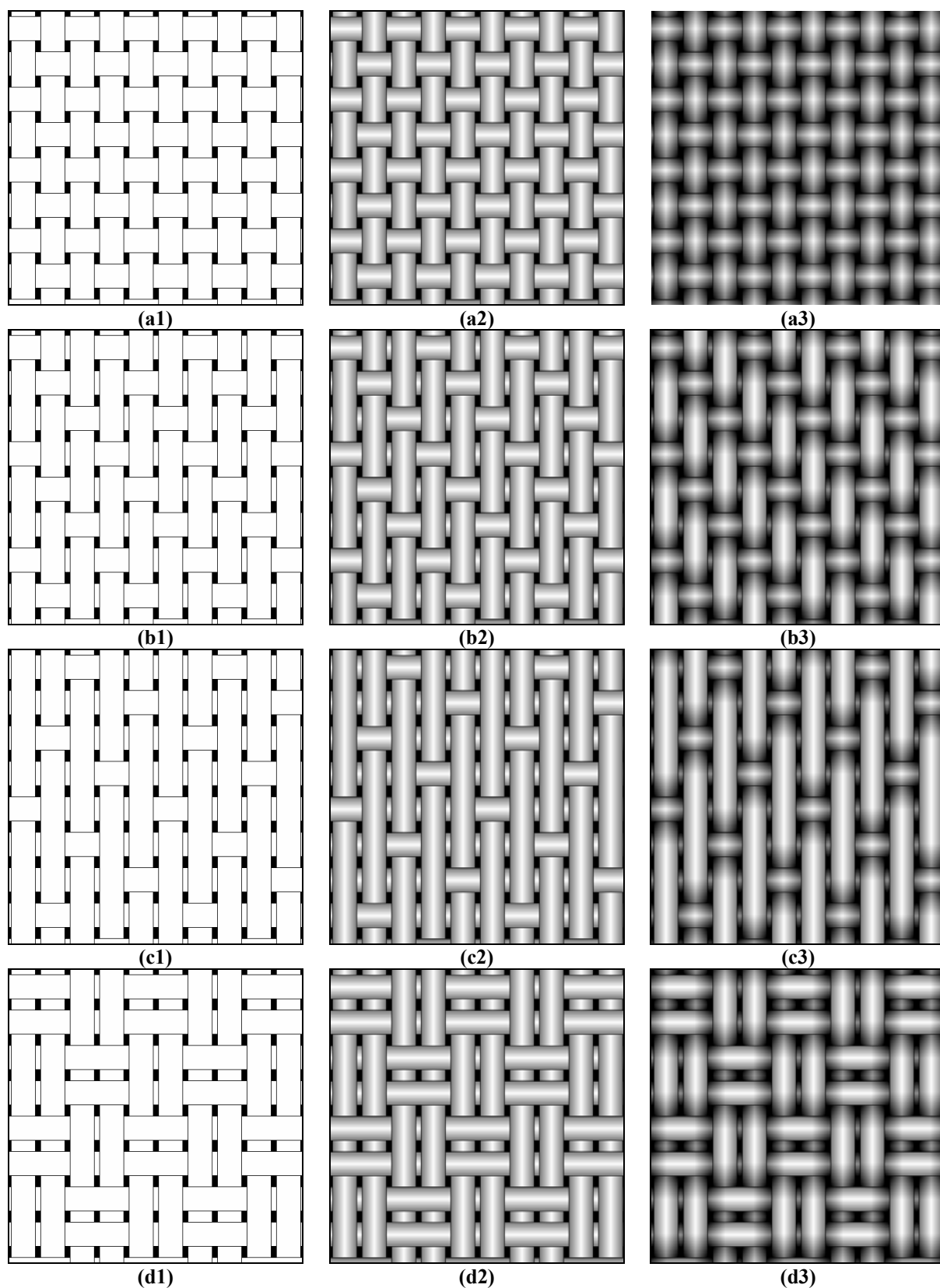
Obr. 5 (a1) Osnovný väzný bod bez tieňa previazania, (b1) útkový väzný bod bez tieňa previazania, (a2) osnovný väzný bod s tieňom previazania dole, (a3) osnovný väzný bod s tieňom previazania hore, (a4) osnovný väzný bod s tieňom previazania na obidvoch stranách, (b2), (b3), (b4) útkový väzný bod s tieňom previazania vľavo, vpravo, na obidvoch stranách, parametre $rr = 0.5$, $rrr = 0.5$.

Ukážky väzieb

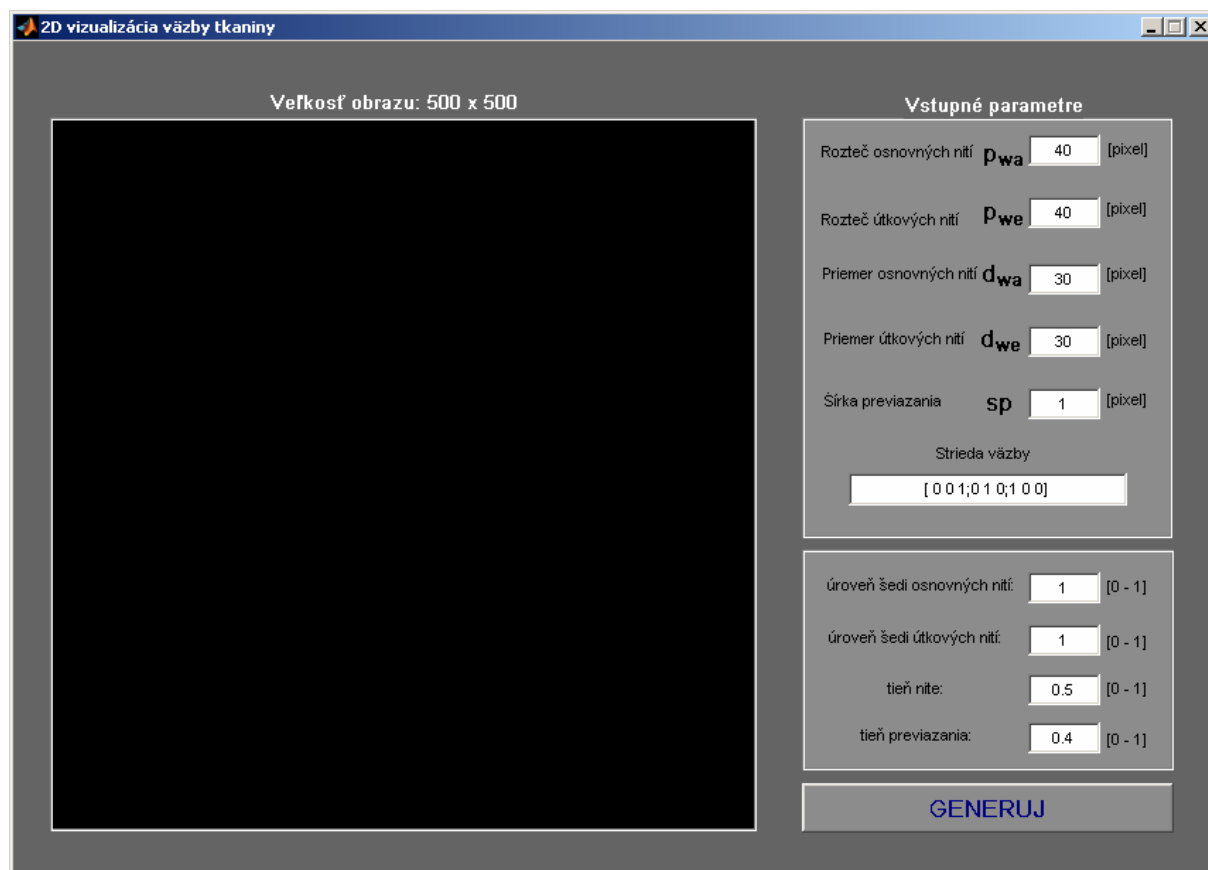
Na obr. sú zobrazené 4 typy väzieb v úrovniach šedi s veľkosťou obrazu 500 x 500 pixelov. Tri základné väzby: (a*) plátňová väzba; (b*) keprová väzba K 2/1 S; (c*) atlasová osnovná väzba 5 väzná s postupovým číslom 3 A 1/4 (3); a odvodená väzba od plátňovej väzby zosilnením: (*d) panama PA 2/2 2+2. Parametre pre zobrazenie väzby bez tieňa boli nastavené na hodnoty $p_{wa} = 50$, $p_{we} = 60$, $d_{wa} = d_{we} = 40$, $sp = 1$, $us = 1$, $uo = 1$, $rr = 1$ a $rrr = 0$ v pixeloch. Na vytieňovanie nite boli nastavené parametre: $p_{wa} = 50$, $p_{we} = 60$, $d_{wa} = d_{we} = 40$, $sp = 1$, $us = 1$, $uo = 1$, $rr = 0.5$ a $rrr = 0$ v pixeloch. Celý tieň nite a previazania boli vygenerované pri hodnotách $p_{wa} = 50$, $p_{we} = 60$, $d_{wa} = d_{we} = 40$, $sp = 1$, $us = 1$, $uo = 1$, $rr = 1$ a $rrr = 0.5$ v pixeloch. Rôznymi kombináciami premenných rr a rrr je možné dosiahnuť rôznych výsledkov zobrazenia.

GUI

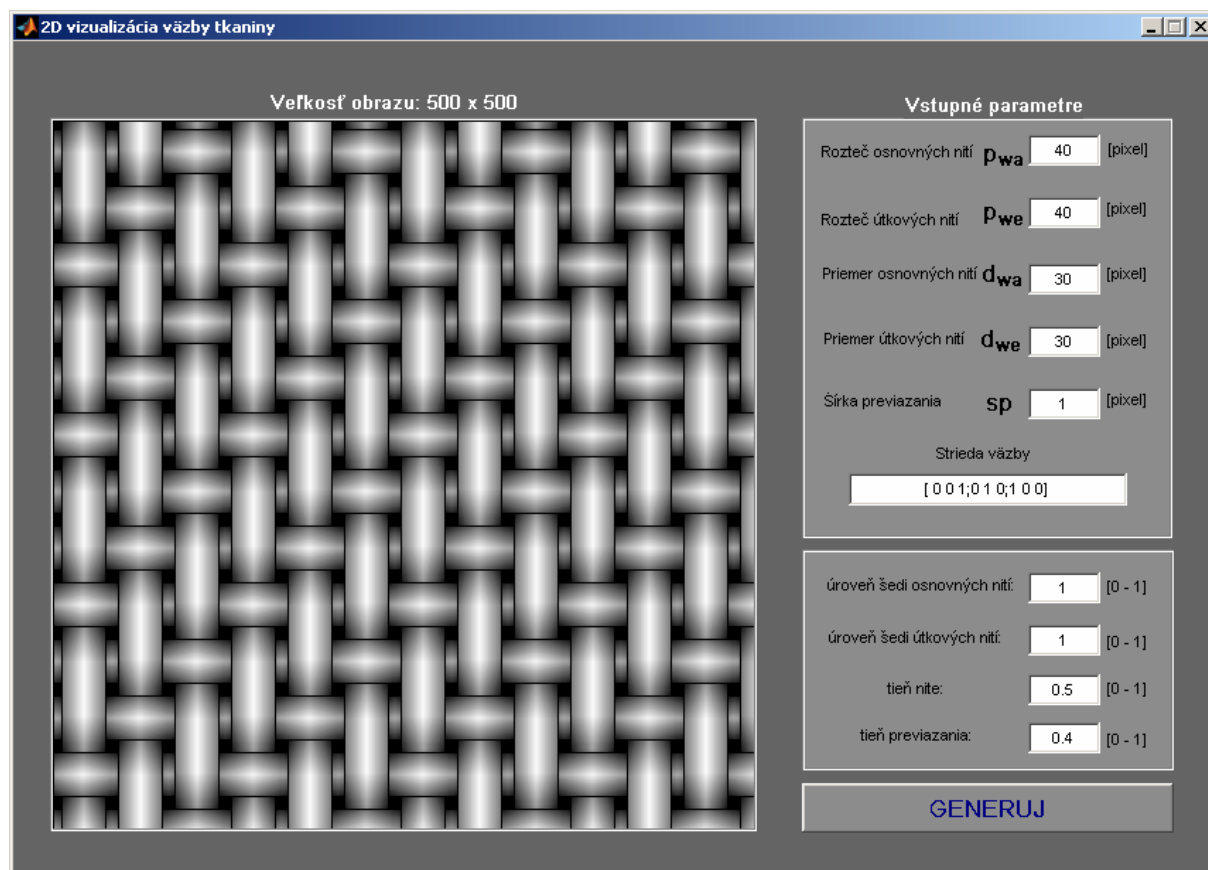
K vizualizácii väzby tkaniny bolo vytvorené grafické rozhranie, ktoré je súčasťou programového prostredia MATLAB [4]. Ako je vidieť na obr. 7 vstupnými parametrami sú rozteč osnovných a útkových nití p_{wa} , p_{we} , priemer útkových a osnovných nití d_{wa} , d_{we} , šírka previazania sp , strieda väzby tkaniny, úroveň šedi osnovných a útkových nití, tieň nite a tieň previazania. Rozmery rozteče, priemeru nití a šírky previazania sú udávané v pixeloch. Strieda väzby tkaniny sa zadáva maticovo, kde 0 znamená osnovný väzný bod a 1 útkový väzný bod. Prvý riadok matice predstavuje horný riadok striedy väzby, stredník oddeľuje riadky. Úroveň šedi osnovných alebo útkových nití môže byť z intervalu 0 – 1, kde 0 predstavuje čiernu a 1 predstavuje bielu (len v prípade bez tieňa). Tieň nite a tieň previazania je z intervalu 0 – 1. Preddefinované vstupné parametre sú $p_{wa}=p_{we}=40$, $d_{wa}=d_{we}=30$, $sp=1$ pixel, väzba keprová K 2/1 Z, úroveň šedi osnovných nití je 1, úroveň šedi útkových nití je 1, tieň nite 0.5 a tieň previazania 0.4. Po stlačení tlačítka GENERUJ sa vygeneruje obraz tkaniny v zadanej väzbe o veľkosti 500 x 500 pixelov ako je vidieť na obr. 8. Po zadání nových parametrov sa vygeneruje nový obraz tkaniny. Zdrojový kód programu sa nazýva *modell.m*.



Obr. 6 Vázby: (a*) plátnová, (b*) keprová, (c*) atlasová, (d) panamová; (*1) vázby bez tieňa, (*2) vázby s tieňom nite a (*3) vázby s celým tieňom.



Obr. 7



Obr. 8

Referencie

- [1] Gonzales R. C., Woods R. E. Digital Image Processing. 2nd edition, Prentice-Hall, 2002.
- [2] Chan Chi-ho., Pang G. K. H., Fabric Defect Detection by Fourier Analysis. IEEE TRANS. ON INDUSTRY APPLICATIONS, Vol. 36, No. 5, September/October 2000.
- [3] Escofet, J., Millán, M. S. Ralló, M. Modeling of woven fabric structures based on Fourier image analysis. APPLIED OPTICS, Vol. 40, No. 34, December 2001.
- [4] MATLAB. Creating Graphical User Interfaces. 2002 The MathWorks, Inc.