CAW(Computer-Aided Weaving) 시스템을 이용한 도비 직조디자인 연구

송하영

공주대학교 의류상품학과

A study on Dobby Weave Design using Computer-Aided Weaving System

Ha-Young Song

Dept. of Fashion Design & Merchandising, Kongju University, Kongju, Korea

Abstract : The purpose of this study was to research about Dobby weave design using Computer-Aided Weaving System. For performing this design study, first, it was researched the characteristics of the classified woven fabrics, weaving processing, structure of Dobby loom, and Computer-Aided Dobby Weaving system theoretically. To develop Dobby woven design, Patternland Weave Simulator(U.S.A) for computer weave system was used. Among the developed Dobby woven designs by computer weaving system, mainly three of them were selected and woven into Dobby loom. To see the visual image of the fabric end-use, some of the scanned Dobby fabrics were simulated to the three-dimensional virtual images by Alias CAD system. The result of this study can be summarized as follows. Before the step of weaving Dobby fabrics on the woven design works, Computer-Aided Weaving system can be done very easily to apply the design step of Dobby woven fabrics, specially in case of the complicated woven structure. Also the usage of the simulation CAD system in visual image of the final products, ultimately can be saved cost and developed the higher value-added goods in more response to consumer demands.

Key words: Computer-Aided Weaving System, Dobby Weave Design, Weaving Loom, Dobby Computer Loom, Three-dimensional Virtual CAD

1. 서 론

80년대 초 이후 시장 경쟁력 강화를 위하여 컴퓨터 자동화 시스템은 텍스타일 패션 산업의 전과정 단계에 걸쳐 보편화 되었고(오희선, 이정우, 1996), 다양한 소비자 요구 만족을 위한 신개념의 고기능성 소재 적용여부도 패션제품의 고부가가치화를 결정짓는 중요한 요소로서 작용하고 있다. 경사와 위사의 교차에 의해 다양한 문양으로 표현할 수 있는 직조(weave) 직물은 작은 리피트(repeat) 무늬의 기하학적인 도비 직물에서부터 보다 자유로운 큰 무늬의 자카드 직물에 이르기까지 그의 용도와 특성에 맞게 많은 기술적인 발전을 이루었을 뿐만 아니라, 인체 쾌적성과 건강 증진을 위한 차별화된 소재들이 이에 적용되고 있는 실정이다.

1980년대 초반 전자공학의 급격한 발달로 종래에 핸드 드로잉(Hand drawing)에만 의존했던 텍스타일 디자인에 점차적으로 CAD(Computer Aided Design) 시스템이 도입되었고(이정주 외, 2000), 도비 직기의 장치에도 컴퓨터 시스템을 적용하

여 제작하기가 용이하게 됨으로써 고부가가치의 복잡한 직물 문양을 변화 발전시켜 소량 다품종의 차별화된 직물을 개발하게 되었다(최영자, 2001). 일반적으로 제한된 종광(harness)수에 의하여 작은 무늬의 단순 기하 문양을 제작할 수 있는 도비 직물은 대부분 의류용이나 사무용 인테리어 직물로서 활용되고 있다.

한국의 전통 직조는 사실상 소수에 의한 가내 수공업 형태로 존속하기에도 벅찬 상황이었었고, 수입 직물에 의존하여 선진국의 디자인과 기술을 모방 변화시켜 사용했던 60년대를 지나 70년대와 80년대를 거치면서 현재의 경쟁력 있는 섬유 생산국 및 수출국으로 자리잡게 되었다(이애자, 1997). 특히 80년대의 직조 산업은 설비 근대화를 통한 생산성 향상과 기술 및 패션개발에 의한 섬유직물의 품질수준향상에 많은 노력을 기울였다(이명길, 1990). 직조 산업에 있어서 차별화된 고부가가치의 직물을 개발하기 위해서는 고기능성의 신소재 개발과 적용, 가공, 생산 기술의 향상과 더불어 창의적인 직조 직물 디자인의 연구 개발이 필요하다. CAD 시스템을 통한 디자인 작업이 텍스타일 디자인 산업 분야에 있어 매우 보편화 되면서 텍스타일 캐드를 활용한 직물 디자인에 대한 연구가 점차 늘어나고 있는 경향이다(한상혜, 1998; 최경미, 2008; 정고은 외, 2009). 그러나 선행 연구 중에서도 특히 컴퓨터 도비 직조시스템을 이

Corresponding author; Ha-Young Song
Tel. +82-2-3413-1612, Fax. +82-2-3413-1613
E-mail: fabricsong@hanmail.net

용한 직조 디자인 연구는 미진하므로 이의 직조디자인 연구에 의한 직물의 차별화 및 고기능성 소재 적용에 의한 직물디자인의 고부가가치화 연구가 필요하다.

본 연구에서는 컴퓨터 도비 직조(Computer Dobby Weaving) 시스템을 이용하여 복잡한 도비의 직물디자인을 손쉽게 다양한 직조디자인으로 전개하며, 고기능성의 차별화된 신축소재를 적용한 도비 직물을 개발하여 고기능성의 사무용 등반이 시트 직물에 적용하고자 하며 고신축성 인테리어용 직물개발에도 기여하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1. 직조 직물의 종류와 특징

경사와 위사의 교차에 의한 직조(woven) 직물은 종광에 의한 직기 개구 상태의 경·위사 교차 방법에 따라 무늬가 결정된다(안영무, 2004). 무늬가 있는 직물을 제작할 때 여러 조의 종광을 사용하여 무늬에 맞게 개구를 만들어 주는데, 이의 다양한 형태의 개구를 만들기 위한 장치에는 도비와 자카드가 있다(김성련 외, 2005).

도비(dobby) 직물은 비교적 간단한 무늬를 제작하는 직물로서, 일반적으로 8~32매 종광의 운동으로 줄무늬(stripe)나 격자문(check), 작은 기하학적 무늬 직물을 제작할 수 있다(조길수 외, 2008). 도비 직기란 평직물을 제작하는 직기에서 도비식 개구 장치를 붙여서 작은 무늬를 자유롭게 제작할 수 있도록 놓은 직기인데(Fig. 1), 보통은 16매까지의 종광을 사용하며 더 이상의 많은 종광은 직조 작업이 비능률적이므로 자카드 직기를 사용한다. 도비 직기는 일반 직기에서 발판과 종광을 이어주는 장치 없이 이를 대신하여 직기 옆에 도비 장치가 있어 종광의 상하운동을 조절하므로 여러 가지 개구상태를 형성한다(최영자, 2001). 도비를 사용하면 여러 가지 복잡한 개구 방법이 가능하며 위사를 적용시켜 비교적 작은 무늬의 규칙적이고 기하학적인 연속무늬를 제작할 수 있다(공석봉, 소황옥, 2007).

이와 같이 도비 개구 장치의 직기를 이용하여 제작된 직물을 도비(dobby) 직물이라고 하며, 보통 의류용 직물에서부터 패션 악세서리, 인테리어용 직물까지 적용된 소재, 직물 가공 등의 표면 질감에 따라 다양한 용도로 적용되고 있다.

자카드 직물은 독립된 큰 무늬가 직물바닥에 제작된 것으로서 일반적으로 문직물(紋織物, figured cloth)이라 한다(한화고, 2003). 자카드 기계(文職機, Jacquard Machine)는 직기 위에 걸려있는 경사를 무늬에 따라서 개구가 되어 지도록 만든 것으로서(Fig. 1), 자카드 직물은 다양한 색상을 사용해서 직조에 의해 표현된 문양이 있는 직물을 총칭하며 또한 큰 무늬를 직조한 직물을 지칭하기도 한다(동아출판사백과사전부, 1985). 이러한 자카드 직물의 생산과정은 다른 조직이나 직물에 비해 까다롭고 제작이 어려우며 가격이 비싼 단점이 있지만 오늘날 고부가가치 직물로서 인식되어 그 사용량이 점점 늘고 있는 실정이며(진영길, 송경자, 2006), 자카드 직물은 의류 및 패션 악세서리, 인테리어 직물에 주로 이용되고 있는데 특히 소파, 카펫, 가구의 마감재 및 자동차 시트커버지 등에 다양하게 이용되고 있다.

2.2. 도비 직기의 구조와 제작과정

2.2.1. 직기의 구조

직기의 발전은 초기 원형인 수직기(hand loom), 족담기(foot loom)에 이어 동력을 이용하는 역직기(power loom)에 이르고 있는데, 직기의 개구(開口)장치는 평직과 같은 간단한 조직을 짤 수 있는 태핏(tappet)장치에서 보다 복잡한 조직 문양을 낼 수 있는 도비(dobby), 문직기(jacquard)로 발전되었다(최영자, 2001).

기본적으로 직기의 구조는 경사빔, 직물빔, 종광, 북, 바디 등으로 구성되어 있다(이혜자 외, 2006). 경사빔(warpbeam)은 경사를 직물의 폭에 맞추어 필요한 가닥수만큼 준비하여 경사를 감는 틀이며 이를 직기에 건다. 경사가 일정한 장력으로 경사빔에 걸리어 짜여진 직물은 직물빔(clothbeam)에 감긴다. 종사(잉아, headdle)는 경사가 통과할 수 있도록 중앙에 구멍이 나 있는 철사줄 또는 텍스타일의 줄이며, 경사빔에 감긴 경사를 한 올씩 종사의 구멍에 끼워 통과시키면 종광의 상하운동에 따라 경사도 함께 오르내리게 되어 개구가 형성된다. 북(Shuttle)은 위사를 담아 운반해 주는 역할을 하며, 바디(reed)는 빗과 같은 구조로서 직물의 밀도에 따라 바디살 사이에 종사 구멍을 통과한 경사를 끼워진 후 직물빔으로 연결시킨다.

2.2.2. 도비 직조 직물의 제작과정

직기의 제작 과정은 개구 운동(shedding), 북침 운동(picking), 바디침 운동(beat)의 3가지 기본 운동으로 직물이 제작된다(공석봉, 소황옥, 2007). 개구 운동(shedding)은 직기 옆에 개구 장치가 있어 종광의 상하 운동을 조절하는 기능을 하며, 여러 가지 형태의 개구 상태를 형성할 수 있으므로 이 때 투입되는 위사에 의해 비교적 작고 간단한 무늬를 형성할 수 있다. 도비 장치는 무늬에 따라 문판에 췌기를 박아 놓는데, 이 췌기의 유

Fig. 1. 도비(Dobby)와 자카드(Jacquard) 직기

Fig. 2. 도비(Dobby) 장치(안영무, 2004)

Fig. 3. 도비 직물 조직(Dobby Weave Structure)의 형성(출처: <http://www.mhsoft.com/>)

무에 따라 종광의 상승과 하강이 결정되어 개구의 상태가 조절된다(Fig. 2)(안영무, 2004).

복침 운동(picking)은 개구 안에 복(shuttle)이 지나가면서 위사를 공급하게 하는 운동이다. 바디침 운동(beat)은 개구 안에 공급된 위사를 위사가 통과되어 바디침이 이루어져 직물이 시작되는 선(cloth fell)까지 밀어주어 경사와 위사의 조직을 완성시키는 운동이다.

도비 직물의 문양을 형성함에 있어서 조직(weave structure)을 사용하는데, Fig. 3에서 보는 바와 같이, 날실의 배열과 씨실의 배열위치에 따라서 직물의 문양이 형성된다(한화교, 2003). 각 종광의 종사(잉아, headdle)에 한 올씩 걸려 있는 경사 꿰는 순서(threading)와 개구된 경사 사이에 통과되는 위사 순서(treading)에 따라서 직물의 조직이 결정되고 문양이 형성된다.

2.3. 컴퓨터 도비 직조 시스템(Computer Dobby Weaving System)

일반적으로 디자이너가 디자인을 할 때 컴퓨터를 이용하여 디자인의 수정, 변경, 저장, 관리 등을 효율적으로 행할 수 있도록 하는 것을 CAD 시스템(Computer Aided design

System)이라 하는데, 텍스타일 디자인의 분야에 따라서 텍스타일 프린팅(Textile Printing), 위빙(weaving), 니팅(Knitting)을 위한 디자인 부분으로 세분화되어 각각의 직물(Fabric) 특성에 따라 전용 텍스타일 CAD 소프트웨어가 개발되어 있다(이정주, 2000). CAD-CAW(Computer-Aided Weaving) 시스템은 컴퓨터와 수직기(Computer Dobby Loom)를 인터페이스(interface)로 연결하여, CAD로 디자인되어 입력된 직물조직을 쉽게 제작할 수 있도록 하는 시스템이다(이애자, 1997). 일반적으로 사용되고 있는 CAD-CAW 소프트웨어 프로그램은 Fiberworks, Patternland Light Weave, Patternland Weave Simulator, Patternland Weave Publisher, Patternland Weave Grapher, Weave Point, Rainbow Weave, SiftWeave 등이 있다. 컴퓨터 도비 직기(computer doobby loom)는 Personal Computer와 직조기에 Dobby Head를 Electronic interface로 연결시켜 스크린에 디자인된 문양을 바로 직조기에서 짜낼 수 있게 만든 것으로 Dobby Head가 여러 종광(harness)의 연속적인 동작을 자동적으로 조절하여 제작할 수 있으므로 복잡한 문양도 간단히 제작할 수 있으며, 제작 속도도 전통수직기에 비해 빠르다(신재희, 1996). 컴퓨터 도비 직기(Computer Dobby Loom)의 종류로는 AVL Computer Dobby Loom, J-Made's J-Comp, Macomber's Ad-A-CAD, Schacht's Comby 8, Louet Magic Dobby Loom 24-Harness 등이 있다(모경옥, 김혜정, 1996). 이러한 텍스타일 CAD에 의한 직조 자동화 시스템은 기존 수직기에 매번 발생하는 수동적인 Tie-up 교체의 불편함과 속도 저하, 복잡한 조직의 제작 불가능을 해결함으로써, 직기 인터페이스의 컴퓨터 스크린 상에서 직물 조직을 디자인하고 검토하여 제작, 수정, 저장이 효율적으로 가능하여 제작시간 단축과 디자인 표현 한계를 넓힐 수 있어 패션텍스타일 산업에 고부가가치 창출을 유도할 수 있다.

Fig. 4에서 보는 바와 같이, AVL Computer Dobby Loom은 컴퓨터와 직기의 Dobby Head를 Electronic Interface로 연결시켜 모니터에 디자인된 패턴을 바로 직기가 제작할 수 있게 만든 것이다. Dobby Head가 여러 종광을 들어 올리게 함으로써 종래의 직기로서는 불가능했던 복잡한 패턴을 간단히 작업할 수 있고 제작속도도 전통직기에 비해 8~10배 가량 빠르게 진행할 수 있다. J-Made's J-Comp는 16, 24종광으로 한정되어 있고 IBM 호환기종 컴퓨터에만 사용가능하다. 이 직기는 컴퓨터와 연결되어 있는 동안에도 각 종광에 달려 있는 스위치를 작동시켜 인터페이스를 무시하고 수동으로 사용할 수 있다. Macomber's Ad-A-CAD는 1936년에 나온 Macomber 직기에 달아 작동할 수 있게 만든 구분된 모듈 유닛(Module Unit)으로 'Interchangeable Dobby System'의 이름이며 24~72인치 폭의 직물과 8~32종광을 수용할 수 있다. 이 Dobby는 다른 프로그램이나 연결장치를 가진 어떤 컴퓨터와도 인터페이스가 가능하며 ESP(Electronic Signal Pedal) 네 개가 발판 대신 놓인다. Schacht's Comby 8은 어떤 Baby Wolf나 Might Wolf도 컴퓨터화된 Dobby Loom으로 바꿀 수 있으며 사용하기 간편한

Fig. 4. 컴퓨터 도비 직기(Computer Dobby Loom)의 종류

다. 이 직기는 페달이 두 개 사용되는데, 하나는 컴퓨터가 지정된 종광을 들어 올리고, 다른 하나는 다음 단계로 가는 신호를 해준다. 각 페달은 들어 올리든지 다음으로 보내든지 지정할 수 있고 한 페달이 두 가지 작동을 다 할 수 있게 조정할 수도 있다. Louet Magic Dobby Loom 24-Harness는 복잡한 직조를 작업하기에 용이하며 Dobby System은 Set-up하거나 사용하기 편리하고, 16 Warp Stick, 2 Tie-up Stick, 2 Lease Stick과 종광을 들어 올릴 수 있는 페달과 손잡이가 있다. 또한 블록(Blocks)과 페그(Pegs)의 프로그램이 가능하고 Dobby를 전자동화 시킬 수 있는 컴퓨터 인터페이스가 있다.

3. 연구방법 및 범위

본 연구를 수행하기 위한 방법으로 직조 직물(woven fabric)의 종류와 특징, 도비 직기(Dobby Loom)의 구조와 제작과정, 컴퓨터 도비 직조(Computer Dobby Weaving) 시스템을 이론적

으로 살펴보고, 도비 직조디자인의 전개는 Patternland Weave Simulator(미국)의 컴퓨터 도비 프로그램을 이용하였다. 고탄성 엘라스토머 소재와 폴리에스테르, 시닐사를 적용하여 전개된 직조디자인 중 최종 5점을 선정하여 도비직물을 제작하였다. 예상되는 완제품을 파악하기 위해서는 실제직 직물을 스캔하여 3D 맵핑(Mapping)으로서 알리아스(Alias) 프로그램을 이용하여 도비직물이 적용된 상품의 이미지를 파악하였다. 본 연구에서 직조 디자인된 결과의 도비 직물은 고탄성 엘라스토머 소재와 폴리에스테르 소재가 혼합되어 적용된 고기능성 신축원단으로서, 사무용 등받이 시트 직물의 용도로 이용될 수 있다.

3.1. 도비 직물 제작 조건

본 연구의 도비 직물 제작을 위하여 8~12종광, 순통 경사 이입(Threading) 방법, 단직과 중직이 응용된 복합 도비 조직이 활용되어 직조디자인 되었으며, 이에 적용된 도비 직물 제작 조건은 다음 Table 1과 같다.

3.2. 캐드 시스템(CAD system)

본 연구를 위해 사용된 컴퓨터 도비 시스템은 Patternland Weave Simulator(미국)이며, 3D 맵핑 캐드 시스템은 Photoshop 7.0과 알리아스(Alias)가 주로 작업에 이용되었다.

4. 결과 및 고찰

4.1. 컴퓨터 직조(Computer Weaving)시스템을 이용한 도비 직물 전개

본 연구에서 복잡한 도비 직조디자인을 손쉽게 직조 컴퓨터 시스템을 이용하여 다양한 도비 직물로 개발하기 위하여, 미국의 Patternland Weave Simulator를 컴퓨터 도비 프로그램으로서 이용하여 다양한 10여종의 직조디자인을 전개하였다. Table 2에서 보는 바와 같이, 개발된 도비 직물은 8종광 또는 12종광의 도비 직물이 디자인 전개된 것으로서, 이들 중 5종을 선정하여 직물 제작으로 검토하였는데, 경사는 폴리에스테르 DTY사 660 denier 30본, 위사는 고탄성 모노 엘라스토머 2400 denier와 폴리에스테르 DTY사 900 denier 또는 시닐사 2200 denier 28~32본으로 제작하여 도비 직물 3종을 최종 완성하였다.

Table 1. 도비 직물 제작 조건

직물(Fabric)		조직(Weave)	
경사 사종	Polyester DTY* 660 denier	경사이입 (threading)	순통
위사 사종	Polyester DTY* 900 denier, 또는, 시닐사 2200 denier + 모노 엘라스토머(mono elastomer) 2400 denier**	위사순서 (treading)	일괄 순서대로 진행 (1,2,3...)
경사 밀도	30본/Inch (1890本/직폭 63 Inch)	직기	8 또는 12종광 도비 직기
위사 밀도	28~32本/Inch	도비 조직	12 ~ 28 repeat의 복합 조직 (compound weave)

* DTY : Draw Textured Yarn

** 모노 엘라스토머(mono elastomer) 2400/1 denier: 강도 1.97(g/d), 신도 78(%)

Table 2. 컴퓨터 직조(Computer Weaving) 시스템을 이용한 도비 직물디자인 전개

순번	도비 직조(weave structure)	직물(fabric)
1		(# 2)
2		(face) (back)
3
4
5

*도비 직조에 있는 번호는 종광 번호를 나타내며 경사를 표시함.

Table 3. 위사 꼬임과 위사 배열에 따른 도비 직물 외관 비교

순번	3D 맵핑(Mapping)		위사 적용의 예
1a			<ul style="list-style-type: none"> • Polyester DTY 900 demers
	(앞)	(뒤)	
1b			<ul style="list-style-type: none"> • Polyester DTY 900 denier, 꼬임 600T/M
	(앞)	(뒤)	
2			<ul style="list-style-type: none"> • 동일한 조직으로 시닐사 (2200D)의 적용순서를 달리함 ① 2번 연속 적용 ② 포인트의 시닐사 ③ 1번 적용
	시닐사 적용①	시닐사 적용②

		시닐사 적용③	

4.2. 위사 순서에 따른 도비 직물의 비교

본 연구에서 컴퓨터 도비 프로그램을 이용하여 전개된 도비 직조디자인 중 3종을 선정하여 제작하였다. 이 때 제작시 같은 조직의 도비 직조디자인이라고 하더라도, Table 3에서 보는 바와 같이, 적용된 위사의 배열 순서를 달리함으로써 전혀 다른 느낌의 새로운 도비 직물을 완성할 수 있음을 파악할 수 있었다. 1a와 1b의 도비 직물의 경우에서, 폴리에스테르 DTY사 900 denier의 위사에 적용된 꼬임 여부에 따라 꼬임이 없는 경우가 꼬임이있는 경우에 비하여 더 부피감과 표면 입체감이 있는 것으로 관찰되었으며, 2의 도비 직물에서는 폴리에스테르 DTY사와 시닐사의 위사 배열 순서와 시닐사의 적용 방법을 변형시켰는데, 이는 시닐사를 연속으로 두번 진행, 포인트 컬러의 시닐사로 교체, 또는 시닐사를 한번으로 적용함으로써 전혀 다른 새로운 느낌의 도비 직물을 완성할 수 있음을 알 수 있었다.

4.3. 3D 맵핑을 통한 완제품 전개

본 연구에서 컴퓨터 직조(Computer Weaving) 시스템을 이용하여 직조디자인 개발된 도비 직물 중 최종 5종을 실제직하여 도비 직물을 완성하였고, 이들 샘플 중 2점을 선정하여 알리아스(Alias) 3D 맵핑(Mapping) 프로그램을 활용하여 가상적으로 완제품의 용도를 전개하였다. Fig. 5에서 보는 바와 같이, 엘라스토머 소재 적용에 의한 도비 직물의 고탄성 성능과 내구성을

Table 6. 3D 맵핑을 통한 등받이용 시트 직물의 최종 상품화전개

고려하여 등받이용 사무용 의자로서 도비 직물을 적용하였고, 최종 상품화 제작을 위하여 가상의 3D 맵핑 작업으로서 완성하였다.

5. 결 론

본 연구에서 컴퓨터 도비 직조(Computer Dobby Weaving)

시스템을 이용하여 복잡한 도비 조직을 손쉽게 다양한 도비 직조디자인으로 개발하고자 하였으며, 또한 동일한 도비 조직도 위사의 배열과 소재의 변형에 따라 직물 외관의 느낌이 전혀 다르게 나타남을 파악할 수 있었다. 도비 직물을 제직함에 있어서 모노 엘라스토머 신축성 소재를 적용함으로써 고기능성의 차별화된 신축성과 내구성을 갖는 사무용 도비 직물을 개발하였으며, 이를 사무용 등받이 시트 직물의 의자에 적용하기 위한 가상의 3D 맵핑 프로그램으로서 최종 완제품의 상품이미지를 파악하고자 하였다.

더욱 가속화 되고 있는 현대 섬유산업기술의 치열한 국내외 경쟁상황 속에서, 다양한 소비자의 요구에 부응된 고부가가치 제품을 효율적으로 소량 다품종 생산할 수 있는 효율적인 컴퓨터 디자인 시스템화 생산 방식이 절실히 필요하다. 복잡한 작업이 요구되는 디자인 프로세스에서 CAD의 기능을 효율적으로 활용하여 손쉽게 다양한 용도 전개로 상품을 개발시킬 수 있다면 생산적인 면의 경비절감 효과뿐만 아니라, 효율적인 디자인 작업 시스템으로 인한 제품의 고부가가치화에도 기여할 수 있다. 그러나 어디까지나 CAD 시스템은 디자이너의 디자인 작업을 도와주는 기계의 역할이므로 CAD의 기능이 디자이너의 두뇌 전부를 대신할 수 없다는 점을 명백히 알고 임해야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 2009년 산학연 공동기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

공석봉, 소황옥. (2007). *패션소재론*. 서울:경춘사, pp. 231-240.

- 김성련, 유효선, 조성교. (2005). *새의류소재*. 서울: 교문사, pp. 39-40.
- 동아출판사백과사전부. (1985). *동아원색세계대백과사전*. 서울: 동아출판사, pp. 408-409.
- 모경옥, 김혜정. (1996). *컴퓨터 워빙*. 서울: 미진사, pp. 12-140.
- 신재희. (1996). *Computer Dobby 직기를 이용한 연구*. 덕성여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 안영무. (2004). *직물학*. 서울: 수화사, pp. 74-77.
- 이명길. (1990). *纖維産業(織物中心)小考*. 최고경영자과정 논문집, 12, 282-287.
- 이정주, 한명희, 최원경. (2000). *텍스타일 기획과 디자인*. 서울: 신광출판사, pp. 207-209.
- 이혜자. (1997). *다중광 컴퓨터 직기를 사용한 직물디자인 연구*. 진주산업대논문집, 36, 139-152.
- 오희선, 이정우. (1996). *텍스타일 디자인론*. 서울: 교학연구사, pp. 223-228.
- 이혜자, 이진숙, 유혜자, 송경현, 안춘순. (2006). *의류소재의 이론과 실제*. 서울: 형설출판사, pp. 71-81.
- 정고은, 우효정, 이정순. (2009). EAT 프로그램을 이용한 방적모시직물 디자인 개발. *감성과학회 춘계학술대회논문집*, pp. 223-226.
- 조길수, 정혜원, 송경현, 권영아, 유신정. (2008). *의류소재학*. 서울: 동서문화원, pp. 147-150.
- 진영길, 송경자. (2006). 자카드직물의 용도와 문양 연구. *한국패션뷰티학회지*, 4(2), 50-51.
- 최경미. (2008). *텍스타일 CAD를 활용한 도비 및 장식사직물의 디자인과 외관특성연구*. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 최영자. (2001). 16종광 도비직기에서 네트워크조직의 디자인 발전에 관한 연구. *디자인학연구*, 15(1), 81-92.
- 한상해. (1998). 텍스타일 캐드를 이용한 직물디자인. *한국디자인학회지*, 39(13), 213-223.
- 한화교. (2003). *직물구조학*. 서울: 형설출판사, pp. 31-53.

(2010년 3월 23일 접수/ 2010년 5월 10일 1차 수정/2010년 5월 10일 게재확정)