

피부 상태 진단 서비스를 위한 모바일 웹 어플리케이션 개발

유제혁¹, 전기백¹, 석장미², 황인준¹
고려대학교 전기전자전파공학과¹, P&K 피부임상연구센터²
e-mail : {rjh1026, jkibec, ehwang04}@korea.ac.kr¹, rose1130@pnkskin.com²

Development of Mobile Web Application for Skin Status Analysis Service

Jehyeok Rew¹, Kibec Jun¹, Jangmi Suk², Eenjun Hwang¹
Dept. of Electrical Engineering, Korea University¹,
P&K Skin Research Center²

요 약

최근 영상 분석을 기반으로 한 서비스 어플리케이션의 공급량이 증가하는 추세이다. 특히, 피부 영상 분석 서비스의 경우 주목할 만한 이슈는 접근의 용이함과 편리성을 갖춘 서비스 어플리케이션의 개발이다. 본 논문에서는 사용자의 피부 상태 진단 서비스를 손쉽게 웹 상으로 제공받을 수 있는 어플리케이션 개발에 주안점을 둔다. 이를 위해 피부 현미경으로 촬영된 이미지에 이진화 및 질감 대비 향상, 노이즈 제거 등의 전처리 과정과 Watershed 알고리즘, 외곽선 검출 등의 과정을 거쳐 수치화된 데이터를 산출한다. 최종적으로 피부 주름, 거칠기, 유분, 톤, 민감성 정보를 검출하며 분석 결과를 사용자에게 보여준다. 분석된 피부 영상 정보를 통해 사용자는 쉽게 자신의 피부 상태를 진단 받을 수 있을 것으로 사료된다.

1. 서론

생체 영상 분석 분야에서 사용자의 건강 상태를 측정하는 기법이 다양하게 연구되고 있다. 인체의 특정 부분을 분석하여 의학적 진단에 활용하는 사례가 증가하고 있는 추세이며 이 중에 사람의 피부를 분석 대상으로 하는 연구 사례도 꾸준히 증가하고 있다.

최근 모바일 디바이스의 공급이 확산됨에 따라 접근성과 편리성이 갖춰진 건강 진단 서비스의 수요도 점차 늘어가는 추세이다. 하지만 실제 건강 진단 어플리케이션의 경우 영상 처리 과정이 포함되지 않으며, 센서 데이터에 의존하는 경우가 대부분이다. 또한 영상 정보 분석을 토대로 한 건강 진단 모바일 어플리케이션의 경우, 실제 유효한 영상 정보를 획득하기 위해 많은 처리시간과 하드웨어 리소스를 필요로 한다.

이전 연구[1,2,3]에서는 일상생활에서 비교적 손쉽게 구할 수 있는 피부 현미경 영상을 통해 피부 상태 진단에 필요한 특징을 추출하고 피부 나이 예측에 활용하였다. 2 차원 피부 현미경 영상에서의 피부 주름 정보 및 피부를 구성하는 셀들의 개수, 셀들의 면적, 거칠기 등을 측정하여 피부 나이를 예측하는데 주안점을 두었다. 본 논문에서는 추출된 피부 특징을 사용자가 이해하기 쉽고 접근이 용이하도록 웹 어플

리케이션 형태로 제작하였다.

본 논문의 주요 부분은 다음과 같다. 2 장에서는 피부 현미경 영상의 특징 추출에 대한 관련연구를 설명하고 3 장에서는 검출된 피부 특징을 통해 사용자에게 요약된 서비스를 제공하는 방법에 대해 설명한다. 4 장에서는 제작된 웹 어플리케이션을 통해 사용자가 실제 웹 상에서 피부 상태 진단 서비스를 제공받는 과정을 설명한다.

2. 관련 연구

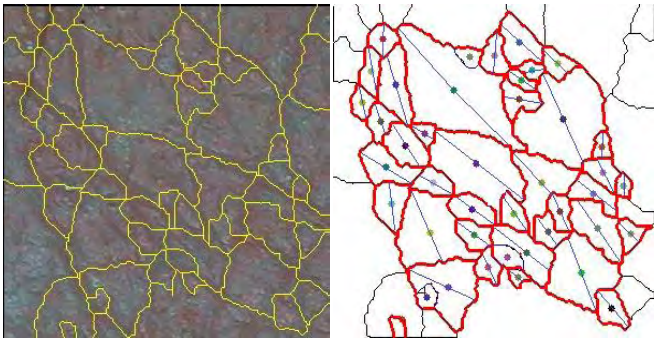
사람의 피부는 크게 외적 환경 변화에 영향을 받거나 내적으로 노화가 진행됨에 따라 영향을 받는다. 외적 환경의 변화는 크게 태양이나 빛에 의한 광노화, 식품의 칼로리 섭취량, 체내 활성산소의 증가, 스트레스 등에 의한 노화이며, 내적으로 노화가 진행되는 것은 퇴행성 변화로 구조적, 기능적 변화가 초래되어 재생되는 능력이 떨어지는 현상을 의미한다. 이러한 이유로 사람의 피부 상태와 노화의 추세를 측정하기 위해 사용되는 영상적인 특징은 피부 주름의 넓이와 깊이, 피부를 구성하는 셀의 개수와 넓이, 피부 거칠기 등이 대표적이다. 이는 인체의 노화가 진행됨과 더불어 피부에서도 노화의 특징이 나타나는 흐름에 입각한다. Yaobin[4]등은 디지털 현미

경으로 피부를 촬영한 후 그레이 스케일 값을 갖는 영상으로 전환하였다. 그리고 노이즈를 제거하는 전처리 과정을 거치고 Watershed 알고리즘[5]을 적용하여 주름을 추출하였다. 주름으로 둘러싸인 셀들의 넓이와 개수의 비를 특징으로 사용하여 나이와의 관계를 연구, 발표하였다. Jacobi[6]등은 광학 3D 영상 현미경 이미지와 스펙트럼 측정 모델링 방법 등을 이용하여 피부의 주름과 거칠기를 측정하는 연구결과를 발표하였다.

3. 피부 특징 검출 및 사용자 서비스 제공방법

3.1 피부 특징 검출

사람의 피부 상태를 표현하기 위해 영상적인 특징을 검출하는 연구의 추세가 확산되고 있다. 특히, 피부 거칠기, 주름 깊이 및 너비, 유분기, 피부 톤, 등은 실제 사람의 나이와 피부 상태에 밀접하게 연관되어 있으므로 이러한 영상적 특징의 검출이 매우 중요하다. 이전 연구[1,2,3]에서는 피부 영상에서 여러가지 영상처리를 통해 검출할 수 있는 피부 거칠기와 피부 주름 정보를 토대로 피부 상태 및 나이를 추론할 수 있는 기초 연구에 대해 진행하였다. 연구 결과로써 피부 상태 및 피부 나이 추론에 적합한 피부의 영상적 특징을 검출하였다. 본 논문에서는 이전의 영상적 특징에 추가적으로 피부 유분기와 피부 톤, 피부의 민감성을 영상 처리를 통하여 검출하는 방법을 진행하였다.



(그림 1) Watershed 알고리즘으로 검출된 피부 셀 영역의 피부 거칠기 측정방법

그림 1은 Watershed 알고리즘과 외곽선 검출을 통해 피부의 거칠기를 측정하는 방법에 대해 설명하고 있다. 피부를 구성하는 피부 세포 영역을 셀(cell)이라고 정의 하였다. 전처리 작업과 Watershed 알고리즘을 통해 피부를 구성하는 각 셀의 영역을 정확하게 구분하는 과정을 보여주며 셀 영역이라고 판단되는 영역은 노란색으로 나타내었다. 피부의 거칠기를 측정하기 위해 하나의 셀이 가지는 그레이 픽셀 값의 변화량을 도출하였다. 식 (1)에서 $pixel(n)$ 은 그레이 영역으로 변환된 영상에서 n 번째 픽셀의 값으로 정의한다.

이전 픽셀과의 그레이 픽셀 값의 차를 합산하여 대표 거칠기 측정선이라 계산된 픽셀의 수만큼 나누어 거칠기 변화량 $R_{cellroughness}$ 을 계산한다. 셀들의 거칠기

변화량을 이용해 피부 영상상의 전체 거칠기 변화량 $R_{roughness}$ 를 구하는 식은 (2)와 같다.

$$R_{roughness} = \frac{\sum_{t=1}^C R_{cellroughness}(t)}{C} \quad (2)$$

피부 표면 측정용 현미경으로 피부 사진을 촬영할 때, 현미경에서 비춰지는 반사광에 의해 영상에서 하얀색 픽셀이 나타난다. 유분 영역이라고 추론 할 수 있는 하얀색 픽셀이 나타나는 영역은 영상의 그레이 스케일 영역에서 255에 가까운 값을 나타낸다. 촬영된 피부 현미경 영상을 그레이 스케일 영상으로 변환한 후 식 (3)을 통해 피부 유분 특징 정보를 검출할 수 있다. 그레이 스케일 영상의 픽셀을 n , 마지막 픽셀을 k , 수집된 피부 영상의 순서를 t 로 정의한다.

$$R_{oilty} = \frac{NumOfPixels(n>254)}{NumOfTotalPixel} \quad (3)$$

피부 톤은 피부 사진에서 보이는 픽셀의 밝기 수치를 의미한다. 피부 톤 특징을 검출하기 위해 원본 영상을 HLS 컬러 영역으로 변환한다. 변환된 HLS 영상에서의 식 (4)에 나타난 식을 통해 구해진 값, 즉 HLS 중 L 값들의 평균을 피부 톤의 특징으로 사용한다. HLS 변환 영상에서 각개 픽셀 n 의 L 영역 값을 $Lightness(n)$ 이라고 정의한다.

$$R_{tone} = \frac{\sum_{n=1}^k Lightness(n)}{255 * k} \quad (4)$$

피부는 민감성이 높을수록 홍조가 나타나는 경향이 있다. 외부자극에 따라 홍조가 두드러지게 나타나는 경향이 강하며 이는 영상에서 판단이 가능하다. 피부 영상의 RGB 변환 영역에서의 R 값을 추출하여 그 값들의 평균을 피부 민감성 특징으로 사용한다. 원본 이미지를 RGB로 변환한 영상에서 각개 픽셀 n 의 R 영역 값을 $Redchannel(n)$ 이라고 정의한다.

$$R_{sensitive} = \frac{\sum_{n=1}^k RedChannel(n)}{255 * k} \quad (5)$$

이전 연구[1,3]에서 검출했던 피부 주름 깊이 값을 포함하여 총 5 가지 평가 영역을 설정하였다. 피부 영상에서 얻을 수 있는 총 특징은 5 개로 $R = \{R_{wrinkle}, R_{roughness}, R_{oilty}, R_{tone}, R_{sensitive}\}$ 라고 정의한다. 각각 피부 주름 깊이, 피부 거칠기, 피부 유분기, 피부 톤, 피부 민감성으로 정의하여 사용자의 피부 상태를 평가하는데 사용한다. 평가를 위해 구해진 특징들에 대해 0에서 1 사이 값을 갖는 범위로 정규화하는 작업을 필요로 한다. 식 (6)를 통해 0에서 1 사이의 범위로 구해진 5 가지 특징 값들을 정규화한

$$R_{scaling} = \frac{R - \min(R)}{\max(R) - \min(R)} \quad (6)$$

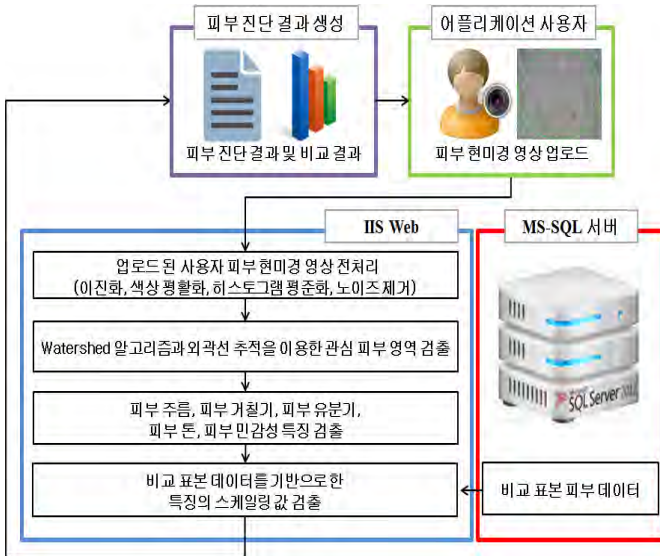
다. 식 (6)에서 $R_{scaling}$ 은 스케일링된 최종 결과값을 의미하며, R는 범위로 구해진 5 가지 특징 값을 나타

$$R_{cellroughness} = \frac{\sum_{n=1}^k |pixel(n) - pixel(n+1)|}{RoughnessLinePixelCount * 255} \quad (1)$$

낸다.

3.2 사용자 서비스 제공방법

사용자가 손쉽게 자신의 피부 상태 측정결과를 얻기 위해서 웹 브라우저나 모바일 웹 상에서 서비스를 제공한다. 사용자는 자신의 피부 사진을 제작된 웹 사이트에게 전송하면 실시간으로 분석된 결과를 제공받는다. 그림 2는 피부 상태 진단 어플리케이션의 서비스 흐름을 나타낸다. 사용자는 모바일 디바이스를 통해 촬영된 피부 현미경 사진을 IIS 서버에 업로드 하는 작업만을 수행한다. 사용자로부터 이미지 파일을 전송 받은 IIS 서버는 이미지 처리를 수행함과 동시에 MS-SQL 서버에서 기존에 처리되었던 비교 표본 피부 데이터를 호출한다. 비교 표본 데이터를 기반으로 하여 사용자에게 전송 받은 이미지에서 피부 특징을 추출한다. 추출된 값은 상대적인 결과로 비교되어 사용자에게 결과를 제공한다. 이를 위해 총 730 명의 피부 영상을 비교 표본으로 사용하였으며, 상대적인 피부 상태 측정 결과를 제공 받을 수 있다. 또한 과거의 피부 진단 결과를 누적하여 시간의 흐름에 따라 자신의 피부 상태가 변화하는 흐름을 관찰 할 수 있도록 한다.



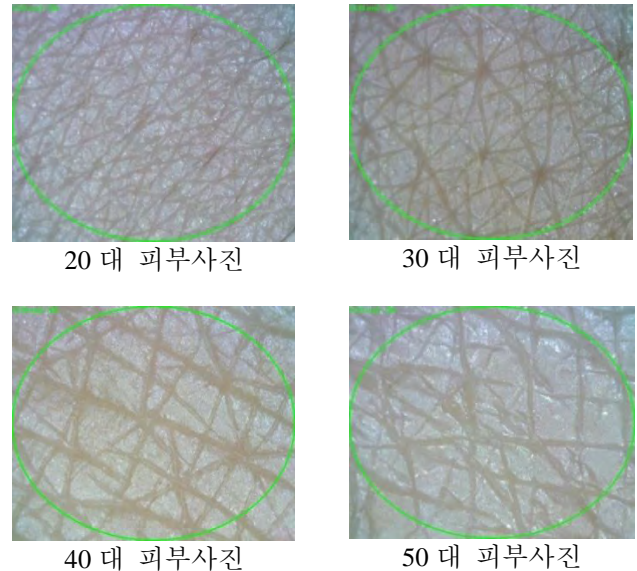
(그림 2) 피부 상태 진단 어플리케이션 서비스 흐름

4. 실험 및 결과

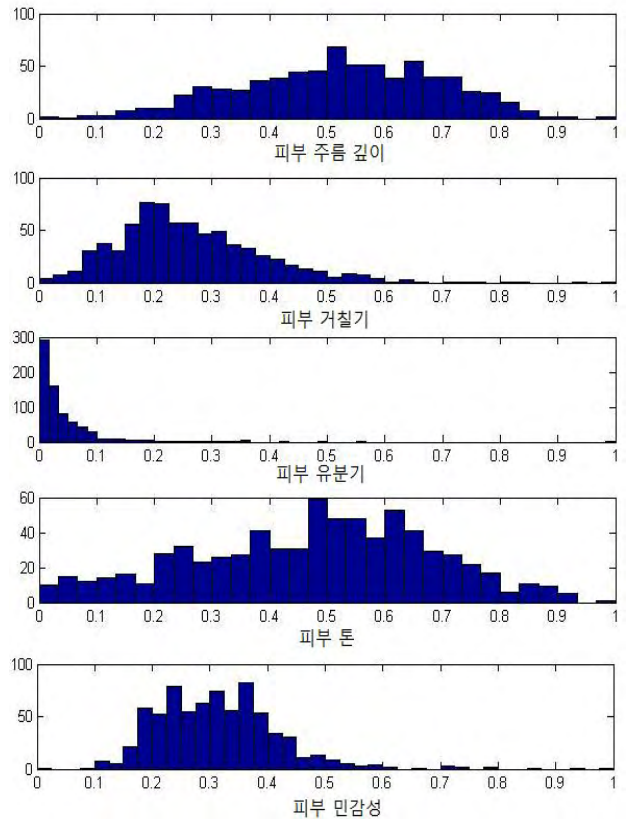
4.1 실험 데이터 구성 및 데이터 분포

피험자로부터 피부 영상을 추출하기 위해 PSI 웰빙사의 아프로디테-I의 측정 현미경과 60 배율 렌즈를 사용하였다. 촬영의 대상자는 다양한 연령층의 남녀로서 피부에 눈에 띄는 병변이 없는 건강한, 20대부터 50대 사이의 730 인으로부터 피부 영상을 촬영하였다. 비교 데이터의 고른 분포를 위해 나이대 피부 영상을 획득하였다. 실험을 위해 손등과 얼굴 광대 옆 부위를 촬영하였다. 그림 2는 실제 수집된 데이터 셋의 예시로 측정 상온 온도와 습도 등 촬영 시 주변

환경을 일정하게 유지하였다. 세안 후 30분의 시간을 두어 특징의 검출이 고르게 될 수 있도록 실험 환경을 구성하였다. 그림 3은 수집된 실험 데이터들의 스케일링 된 값들의 분포를 나타낸다. 식 (6)에 의해 값들이 환산되었으며 피부 유분기 특징이 특정 값으로 집중되는 모습을 보였으나 주름 정보, 거칠기, 톤, 민감성 특징은 대체로 고른 분포를 나타내었다.



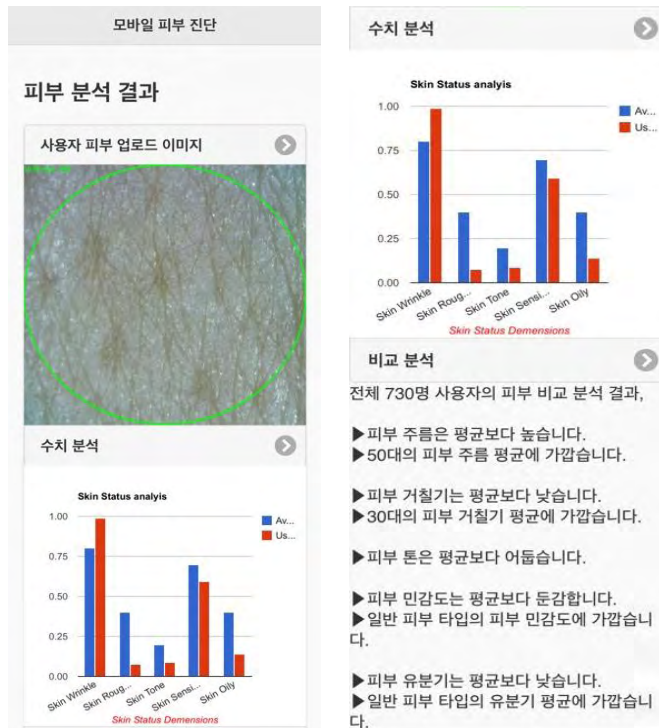
(그림 3) 실제 측정된 피험자의 연령대별 피부 사진



(그림 4) 실험 데이터의 스케일링 값 분포 결과

4.2 어플리케이션 서비스 제작

어플리케이션 서비스 제작을 위하여 C#과 EmguCV[7]의 라이브러리를 사용하였다. EmguCV 는 OpenCV 를 C# 환경에 wrapping 한 라이브러리이다. 이전 연구에서 제안된 프레임워크에 피부 유분기, 피부 톤, 피부 민감성 특징을 검출하는 코드를 삽입하였으며 이를 영상처리를 서버에서 처리하기 위해 aspx 페이지 비하인드 방식을 이용하여 서비스를 제작하였다. 닷넷 프레임워크 4.0 과 MSSQL Server 2012[8]와 IIS Web 7.0[9]의 구성환경을 사용하였으며 개발에 사용된 모든 라이브러리를 인식할 수 있도록 서버 환경을 재조정하는 방법을 사용하였다. 사용자는 웹 어플리케이션 환경 상으로 접속하여 이미지를 업로드하면 자동으로 피부 상태에 대해 분석된 결과를 서비스 받을 수 있다. 비교 분석 항목에서 개발된 시스템은 나이 대 별로 정의된 다섯가지 피부 상태 정보에 대한 특징 평균값을 산출하여 사용자에게 제공한다. 또한 사용자의 피부 상태 값과 가장 유사한 특징 평균값을 가지는 비교군의 나이대 정보를 함께 제공한다. 예를 들어, 피부 주름 특징 결과값이 0.118 이고 20 대의 피부 주름 특징 평균값은 0.132, 30 대의 피부 주름 특징 평균값은 0.188, 40 대의 피부 주름 평균 특징 값은 0.245, 50 대의 피부 주름 특징 값은 평균값은 0.313 이라고 하면, 시스템은 0.118 과 가장 적은 차이를 보이는 20 대의 피부 주름 특징 평균값과 유사하다고 판단하여 그 결과를 제공하게 된다. 이에 따라 사용자는 자신의 피부 상태가 어느 연령대에 가장 가까운지를 직관적으로 판단 할 수 있으며 이를 이용하여 트리트먼트 선택이나 자신의 피부타입에 알맞은 시술을 받을 수 있도록 서비스를 받을 수 있다.



(그림 5) 구현된 모바일 웹 어플리케이션 화면

5. 결론 및 향후 연구

본 논문은 피부 상태를 평가하는데 중요한 특징인

피부 주름, 거칠기, 유분기, 톤, 민감성 정보를 이용하여 사용자의 피부 상태를 체크하는 서비스를 개발하였다. 기존의 주름과 거칠기 특징뿐만 아니라 추가적으로 유분기, 톤, 민감성 정보를 추가적으로 추출하여 사용자의 피부 상태 정보를 다각적으로 제공하였다. 이는 향후 연구될 피부 노화 예측 모델과 피부 상태에 따른 트리트먼트 추천 등의 연구에 바탕이 될 수 있을 것이라 사려된다. 또한 본 논문에서는 데이터 셋을 수집하기 위해 실험환경을 정확하고 일정하게 유지하였다. 따라서 나이대 별로 고른 데이터 셋을 확보할 수 있었다. 앞서 기술한 피부 노화 예측 시스템의 학습 및 평가자료로 매우 적합하며 시스템의 활용성을 높이는 데 도움이 될 것으로 판단된다.

6. Acknowledgment

“본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT/SW 창의연구과정(NIPA-2013-H0502-13-1119) 과 대학 IT 연구센터 육성·지원사업의 연구(NIPA-2014-H0301-14-1001)의 결과로 수행되었음”

참고문헌

- [1] 최영환, 황인준, "피부 현미경 영상을 통한 피부 특징 추출 및 피부 나이 도출 기법," 전기전자학회 논문지, 제 14 권, 제 4 호, pp. 332-338, 2010
- [2] 유제혁, 석장미, 황인준, "피부 나이 측정을 위한 피부 현미경 영상에서의 피부 거칠기 추출," 한국정보처리학회 추계학술발표대회, 2014
- [3] Y.H. Choi et al., "Skin feature extraction and processing model for statistical skin age estimation," Multimedia Tools & Application, Vol. 64, Issue 2, pp. 227-247, 2013
- [4] Z. Yaobin et al., "Age-dependent changes in skin surface assessed by a novel two-dimensional image analysis," Skin Research and Technology, Vol. 15, Issue 4, pp. 399-406, 2009
- [5] S. Beucher, C. Lantuejoul, "Use of Watersheds in contour detection," In proc. International workshop on image processing, Real-time edge and motion detection /estimation, 1979
- [6] U. Jacobi et al., "In vivo determination of skin surface topography using an optical 3D device." Skin Research and Technology, Vol. 10, Issue 4, pp. 207-214, 2004
- [7] EmguCV : cross platform .Net wrapper to the OpenCV, <http://www.emgu.com/wiki>
- [8] Microsoft SQL Server, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb545450.aspx>
- [9] Web Server (IIS 7), [http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc753734\(v=ws.10\).aspx](http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc753734(v=ws.10).aspx)