(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0085589
(43) 공개일자 2024년06월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06N 3/0464 (2023.01) *G06F 17/15* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06N 3/0464 (2023.01)
G06F 17/153 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0170608
(22) 출원일자 2022년12월08일
심사청구일자 2022년12월08일

(71) 출원인
한림대학교 산학협력단
강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교(옥천동)
(72) 발명자
송성호
강원도 춘천시 안마산로 214 퇴계금호타운아파트 203동 1102호

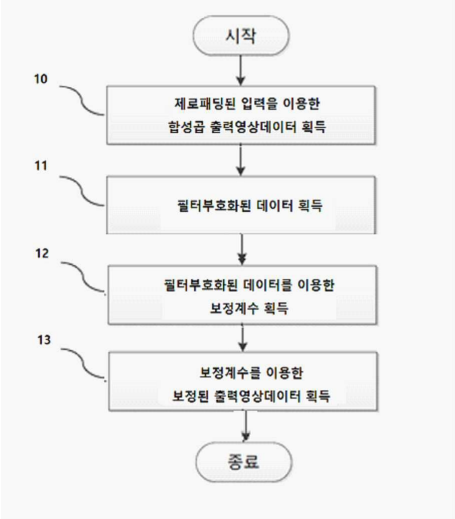
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **제로패딩기반 딥러닝 신경망의 합성곱출력데이터의 보정 방법**

(57) 요 약

딥러닝 신경망에서 합성곱 필터계층에서 입력과 합성곱필터가 합성곱을 수행한 이후 얻게되는 출력영상데이터는 입력영상데이터보다 데이터의 사이즈가 줄어드는 단점을 개선하기 위한 효율적인 방법을 제시한다. 제시된 방법에서는 입력영상데이터에 비하여 합성곱연산이후 출력영상데이터의 사이즈를 유지하기 위하여 입력영상데이터의 경계픽셀들을 제로패딩하고 필터와의 합성곱을 수행하여 출력영상데이터를 획득한 후에 합성곱 필터의 부호를 고려하여 계산한 필터부호화된 데이터, 이로부터 합성곱을 수행하여 획득한 출력영상데이터를 보정하기 위하여 계산하여 얻은 보정계수, 이 보정계수를 출력영상데이터에 곱하여 획득한 보정된 출력영상데이터를 포함한 일련의 과정과 방법을 포함한다.

대 표 도 - 도4



명 세 서

청구범위

청구항 1

딥러닝 신경망에서 제로패딩된 입력영상데이터와 필터와의 합성곱으로 구해진 출력영상데이터를 보정하기 위한 필터 부호화된 데이터: 이 필터부호화된 데이터를 이용하여 계산한 보정계수 : 및 이 보정계수를 이용하여 제로패딩된 입력영상데이터와 필터와의 합성곱으로 구해진 출력영상데이터에 보정계수를 곱하여 얻어진 보정된 출력영상데이터

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 필터 부호화된 데이터는, 합성곱 필터와 입력영상데이터에서 합성곱을 할 때 제로패딩 픽셀들에 대응되는 필터부호화된 데이터의 해당 픽셀의 값은 필터의 부호가 양수일 때는 1, 음수일 때는 -1 을 취하고, 제로패딩된 픽셀이 아닌 실제 입력영상데이터 픽셀부분에 해당하는 필터 부호화데이터는 1 로 설정하여 필터 부호화 데이터를 구하는 방법.

청구항 3

제 2 항에서 구한 필터 부호화된 데이터를 이용하여 (식1)을 만족하도록 하는 보정계수를 구하는 방법

청구항 4

제 3 항에서 구한 보정계수를 이용하여 (식2)를 만족하도록 출력영상데이터에 보정계수를 곱하여 구한 보정된 출력영상데이터를 구하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 딥러닝 신경망에서 패딩방법에 대한 기술에 관한 것으로, 딥러닝 신경망의 컨볼루션 필터층에서 입력과 필터의 합성곱(Convolution)에 의하여 신경망의 출력을 계산할 때 입력과 출력의 크기를 같게 하기 위하여 입력의 경계픽셀들에 적당한 값으로 패딩을 하는 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 딥러닝 신경망을 이용하여 영상처리를 하는 경우 합성곱필터(Convolution filter)로 이루어진 합성곱 필터층(Convolutional filter layer)이 딥러닝 신경망에서 필수적인 구조를 이루며, 이를 이용하여 입력 영상에 대하여 필요한 필터링을 진행하고, 학습을 통하여 이러한 필터들의 필터 매개변수(filter parameter)가 자동으로 정해진다. 이러한 합성곱 필터층을 포함한 딥러닝 신경망을 딥러닝 CNN(Convolutional Neural Network)이라고 한다.

[0003] 도 1 은 일반적인 합성곱 결과를 예시한 것이다. 3x3 필터(2)가 4x4 입력영상데이터(1)에 대하여 슬라이딩하면서 각 픽셀과 필터의 각 픽셀값을 곱하여 모두 더하면 결과를 얻을 수 있는데, 도 1에서 보는 바와 같이 합성곱 결과는 4x4 입력 영상데이터를 3x3 필터를 이용하여 합성곱을 수행하면 2x2 출력 영상데이터(3)를 출력하게 되어, 입력영상데이터에 비하여 출력영상데이터의 사이즈가 줄어들게 된다.

[0004] 그런데, 딥러닝 신경망을 적용하는 여러 응용문제에서 이러한 출력의 사이즈가 줄어드는 현상은 바람직하지 않을 수 있고, 경우에 따라서는 출력 사이즈를 입력사이즈와 동일하게 유지해야할 필요가 있어서, 이러한 합성곱의 문제점을 해결하여야 할 필요가 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0005] (비특허문헌 0001) [1] Innamorati, C., et al., Learning on the edge: explicit boundary handling in CNNs. arXiv preprint arXiv:1805.03106, 2018.

(비특허문헌 0002) [2] Cheng, H.T., et al., Cube Padding for weakly-supervised saliency prediction in 360 degrees Videos. 2018 Ieee/Cvf Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (Cvpr), 2018: p. 1420-1429.

(비특허문헌 0003) [3] Liu, G., et al., Partial convolution based padding. arXiv preprint arXiv:1811.11718, 2018

(비특허문헌 0004) [4] Alsallakh, B., et al., Mind the pad--CNNs can develop blind Ssots. arXiv preprint arXiv:2010.02178, 2020.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 상술한 문제점을 해결하고자 제안된 것으로, 딥러닝 신경망에서 입력과 필터가 합성곱(Convolution) 연산을 하여 출력을 만들어내는 경우 입력과 출력의 사이즈를 같게 하도록 입력의 경계 픽셀에 새로운 픽셀들을 추가하는 패딩 방법에 있어서 기존의 제로 패딩 방법에 의하여 발생하는 딥러닝 오차와 문제점을 해결하기 위한 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 딥러닝 신경망에서의 패딩 방법은 입력과 출력영상데이터의 사이즈를 같게 하기 위하여 입력영상데이터의 경계에 0 값을 픽셀값으로 갖는 새로운 픽셀을 추가하는 제로패딩 단계, 제로패딩을 한 입력영상데이터와 합성곱필터가 합성곱을 수행하여 얻은, 입력과 동일한 사이즈의 출력영상데이터를 획득하는 단계, 합성곱을 하여 얻어진 출력 영상데이터값을 제로패딩된 픽셀수를 고려하여 보정하기 위한 보정계수를 획득하는 단계, 마지막으로 이 보정계수를 출력영상데이터에 곱하여 보정된 출력영상데이터를 구하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0008] 본 발명에 의하면, 기존 일반적으로 단순하게 사용되어 온 제로패딩(Zero padding) 방법에 비하여 합성곱 필터와의 합성곱연산 (Convolution operation)을 통하여 획득한 출력영상데이터를 효과적으로 보정함으로써 영상의 질을 향상시키는 효과가 있다.

[0009] 또한, 제안한 패딩 방법을 통하여 입력영상데이터와 출력영상데이터의 사이즈를 동일하게 하는 장점이 있어서, 출력영상데이터의 사이즈를 일정하게 유지할 수 있는 효과가 있다.

[0010] 또한, 출력영상데이터의 사이즈를 입력영상데이터와 동일하게 유지하기 위하여 제로 패딩과 같이 단순하게 0 값을 추가하는 경계 픽셀의 픽셀값으로 할당하여 합성곱 필터와 합성곱연산을 수행하는 것이 아니고, 합성곱필터와 합성곱연산을 할 때 실제 패딩되어야 할 픽셀의 수와 해당 합성곱 필터의 변수의 부호를 고려하여 보정계수를 결정함으로써 제로패딩으로 인한 오차를 최소화할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 종래의 제로패딩(Zero padding)을 이용한 합성곱 연산을 설명하기 위한 도면.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 부호화된 부분합성곱 기반 패딩방법 시스템을 설명하기 위한 도면.

도 3은 3x3 제로패딩된 입력영상데이터와 3x3 합성곱 필터를 이용하여 출력영상데이터를 구하는 경우 보정계수를 구하기 위한 3x3 필터 부호화된 데이터를 설명하기 위한 도면.

도 4 는 제로패딩된 입력영상데이터와 합성곱 필터를 이용하여 출력영상데이터를 구하고, 필터 부호화된 데이

터와 보정계수를 획득하여 보정계수를 출력영상데이터에 곱하여 보정된 출력영상데이터를 획득하는 과정을 설명하기 위한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위하여, 본 발명의 가장 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 설명하기로 한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0013] 도 2 는 0 값을 입력영상데이터의 경계 픽셀들에 추가하여 얻은 입력영상데이터(4)에 대하여 합성곱 필터(5)를 이용하여 합성곱을 수행하여 출력영상데이터(6)을 획득하는 제로패딩의 경우 입력영상데이터와 출력영상데이터를 나타내는 것이다. 도 2를 참조하면, 제로패딩되기 전의 원래 입력영상데이터의 사이즈와 합성곱을 하여 획득한 출력영상데이터의 사이즈가 동일함을 알 수 있다. 다만, 획득한 합성곱 출력영상데이터는 제로패딩된 입력영상데이터를 이용하여 합성곱을 하였으므로, 실제 출력영상데이터에는 오차를 포함하게 된다.

[0014] 이를 위해, 도 3 은 제로패딩된 입력영상데이터을 이용하여 합성곱을 실행하여 얻어진 출력영상데이터를 보정하는 보정계수를 계산하기 위한 일례를 보인 것이다. 도 3 을 참조하면, 제로패딩된 3x3 입력영상데이터(7)과 3x3 합성곱 필터(8)를 이용하여 합성곱연산을 하여 출력영상데이터를 구하고 이 값에 보정값을 곱하여 보정을 수행할 때, 상기 보정값을 계산하기 위한 3x3 필터 부호화 데이터(9)를 구하고, 이로부터 보정값을 계산하는 과정을 나타낸다. 3x3 필터 부호화 데이터(9)는 3x3 합성곱 필터(8)와 3x3 입력영상데이터(7)에서 합성곱을 할 때 제로패딩 픽셀들에 대응되는 필터의 해당 픽셀의 값은 필터의 부호가 양수일 때는 1, 음수일 때는 -1 을 취하고, 실제 입력영상데이터 픽셀부분에 해당하는 필터 부호화데이터는 1 로 설정하여 3x3 필터 부호화 데이터(9)를 구한다.

[0015] 이 3x3 필터 부호화 데이터(9)로부터 실제 보정계수를 구하는 방법은 다음 식과 같다.

[0016] $$r_{ij} = \frac{n_{ij} + c_{ij}}{c_{ij}} \qquad (식1)$$

[0017] 여기서 r_{ij} 는 (i,j) 번째 픽셀의 제로패딩 합성곱 출력을 나타내고, n_{ij} 는 필터에서 제로패딩된 픽셀이 아닌 실제 입력영상픽셀과 합성곱을 하는 필터의 픽셀갯수를 나타내며, 이는 앞에서 예시로한 3x3 필터부호화 데이터에서 실제 입력영상데이터 픽셀부분에 해당하는 필터 부호화데이터는 1 로 설정하여 구한 부화화데이터들의 합이고, c_{ij} 는 제로패딩된 픽셀과 합성곱을 하는 필터 픽셀들의 부호값을 합한 값으로서 예시에서 말한 제로패딩 픽셀들에 대응되는 필터의 해당 픽셀의 값은 필터의 부호가 양수일 때는 1, 음수일 때는 -1 을 취하여 구한 3x3 필터부호화데이터 값의 합이다. 따라서, 제로패딩된 입력영상데이터를 이용하여 구한 (i,j) 번째 합성곱 출력을 o_{ij} 라고 하면, 보정된 합성곱 출력 P_{ij} 는 다음 식과 같이 구한다.

[0019] $$P_{ij} = r_{ij} o_{ij} \qquad (식2)$$

[0020] 즉, (식2)로 주어지는 보정된 합성곱 출력은 합성곱필터의 부호를 고려하여 보정계수를 구함으로써 제로패딩을 이용하여 구한 합성곱 출력에 비하여 제로 패딩으로 인한 합성곱 출력의 오차를 보상하는 효과가 있다.

[0021] 도 4 에서 이러한 일련의 과정을 설명한 것으로 제로패딩된 입력영상신호와 합성곱필터를 이용하여 출력영상데이터(10)를 구하고, 합성곱 필터의 각 픽셀과 제로패딩된 경계 픽셀을 고려하여 필터 부호화된 데이터(11)를 구하여 이로부터 보정계수(12)를 구하고, 이를 앞서 구한 출력영상데이터에 곱하여 보정된 출력영상데이터(13)를 구하는 과정을 말한다.

[0022] 이상에서 본 발명에 따른 바람직한 실시예에 대해 설명하였으나, 다양한 형태로 변형이 가능하며, 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진자 라면 본 발명의 특허청구범위를 벗어남이 없이 다양한 변형예 및 수정예를 실시할 수 있을 것으로 이해된다.

부호의 설명

[0023] 1: 입력영상데이터 2: 합성곱필터

3: 합성곱 출력 4: 제로패딩된 입력영상데이터

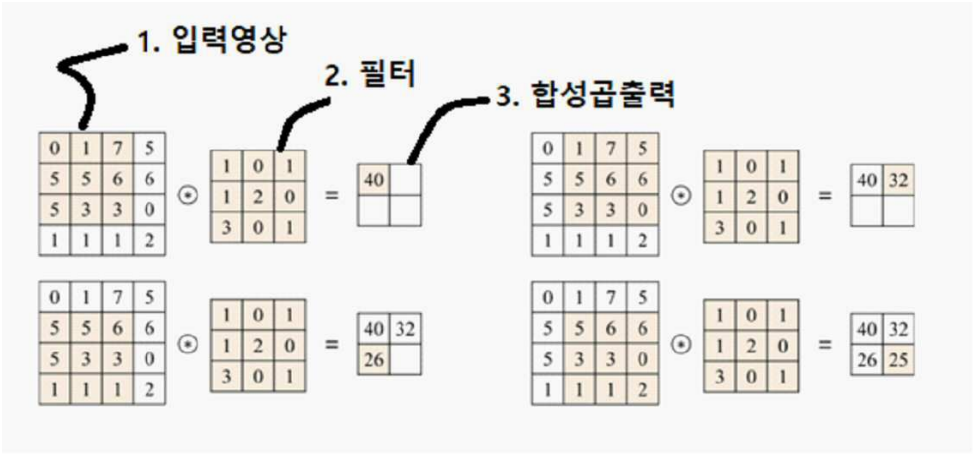
5: 합성곱 필터 6: 합성곱 출력

7: 3x3 제로패딩된 입력영상데이터

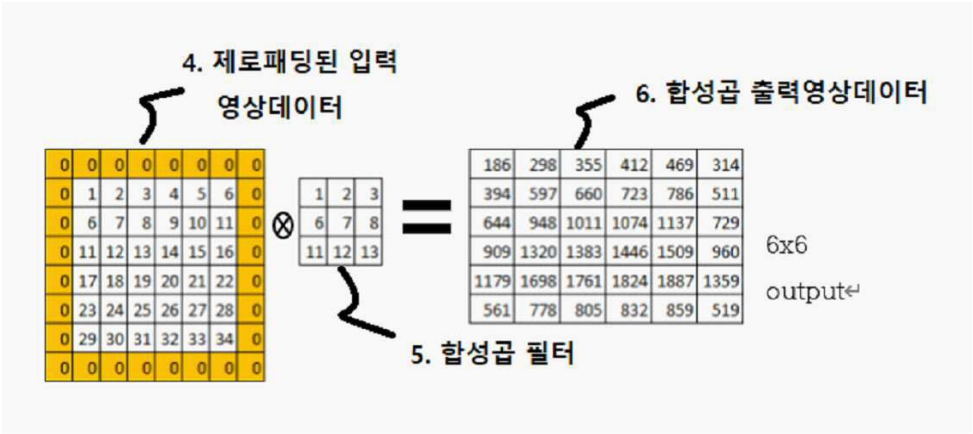
8: 3x3 합성곱 필터 9: 3x3 필터 부호화된 데이터

도면

도면1



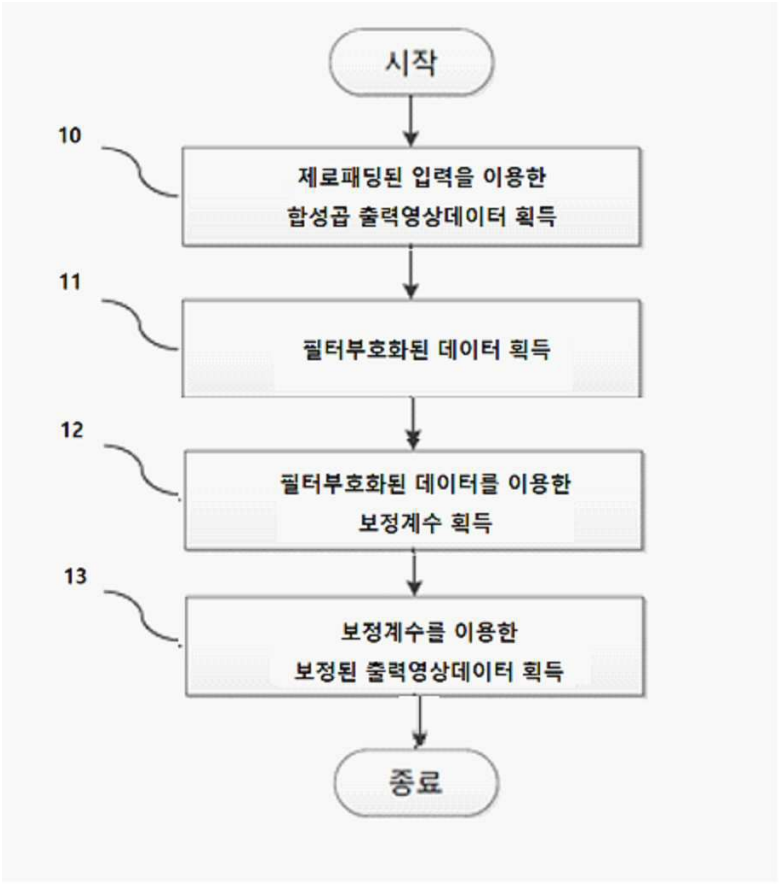
도면2



도면3



도면4


시작
10
제로패딩된 입력을 이용한
합성곱 출력영상데이터 획득
11
필터부호화된 데이터 획득
12
필터부호화된 데이터를 이용한
보정계수 획득
13
보정계수를 이용한
보정된 출력영상데이터 획득
종료