

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»
Інститут прикладного системного аналізу
Кафедра математичних методів системного аналізу

Дипломна робота на тему:

Глибокі нейронні мережі в задачі розпізнавання облич

Виконала студентка групи КА-41
Браславська Є.В.
Науковий керівник:
к.т.н, доцент Тимошенко Ю.О.

Актуальність роботи

- Верифікація людей
- Швидке розпізнавання небезпечних людей у натовпі
- «Знай свого клієнта»



Постановка задачі

- Провести порівняльний аналіз існуючих методів, зокрема методів головних компонентів і згорткових нейронних мереж.
- Створити тестовий прототип великої системи, що могла б обробляти тисячі запитів щодо розпізнавання людей на фото в режимі он-лайн, швидко навчатися та потребувати для цього якомога менше даних.

Існуючі методи для розпізнавання облич

1. Порівняння еластичних графів

Високий процент розпізнавання (95-97%), але при відсутності значних нахилів обличчя, велика обчислювальна складність.

2. Приховані Марковські моделі

Результат в великій мірі залежить від вибраних для моделі коефіцієнтів, низька ефективність для фото, що не були в тренувальному наборі (97% та 70%).

3. Метод головних компонент

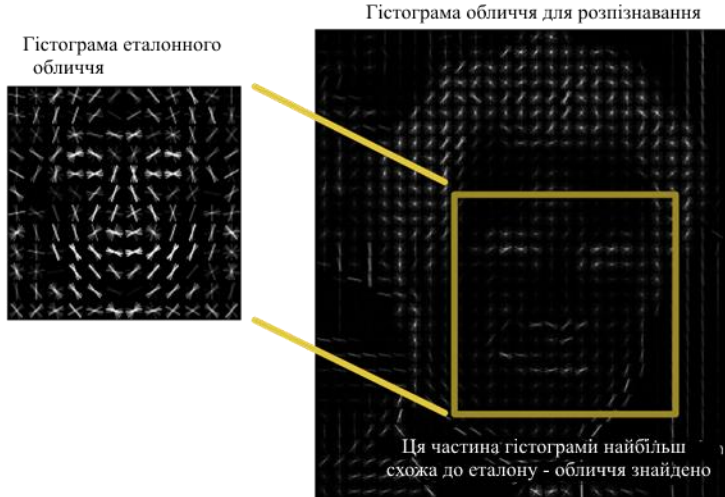
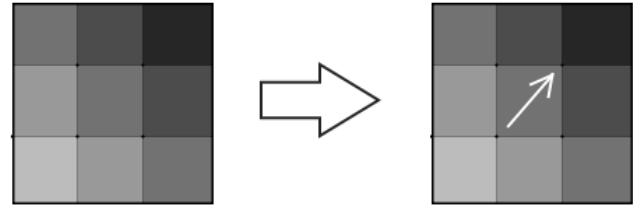
Висока ефективність (92%), але суттєво залежить від освітлення, нахилу голови, тощо; велика обчислювальна складність.

4. Нейронні мережі

Більш стійкий до нахилів, освітлення, емоцій; потребує перенавчання, що потребує великої обчислювальної здатності.

Попередня обробка даних

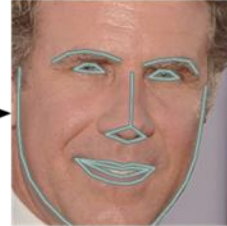
1. Чорно-біле фото
2. Вектор для кожного пікселя
3. Зменшення кількості векторів
4. Порівняння з еталоном
5. Центрування фото



Прямокутник знайденого обличчя



Накладання орієнтиру

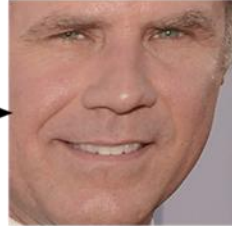


Ідеально центроване обличчя

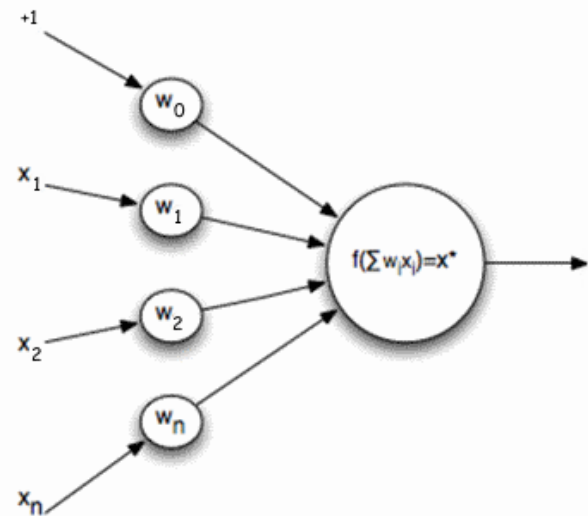
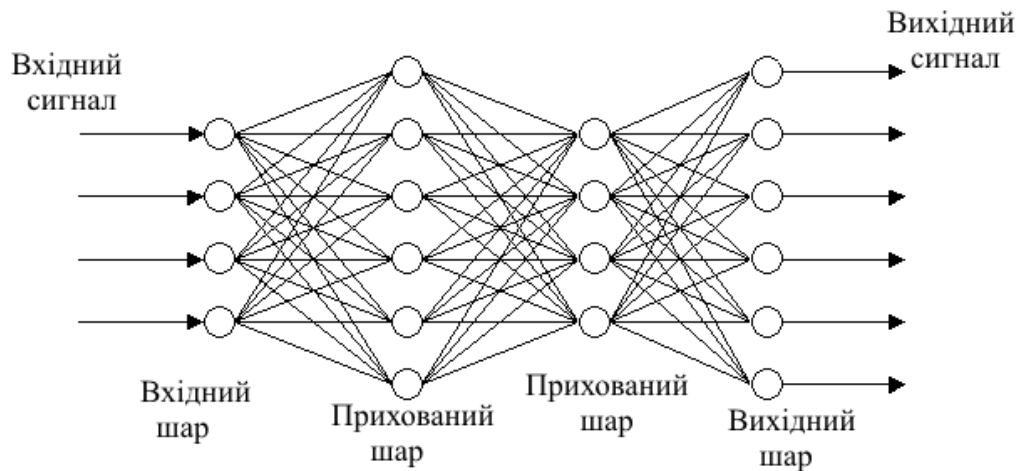


68 face landmarks

Перетворення обличчя до найбільш ідеального стану



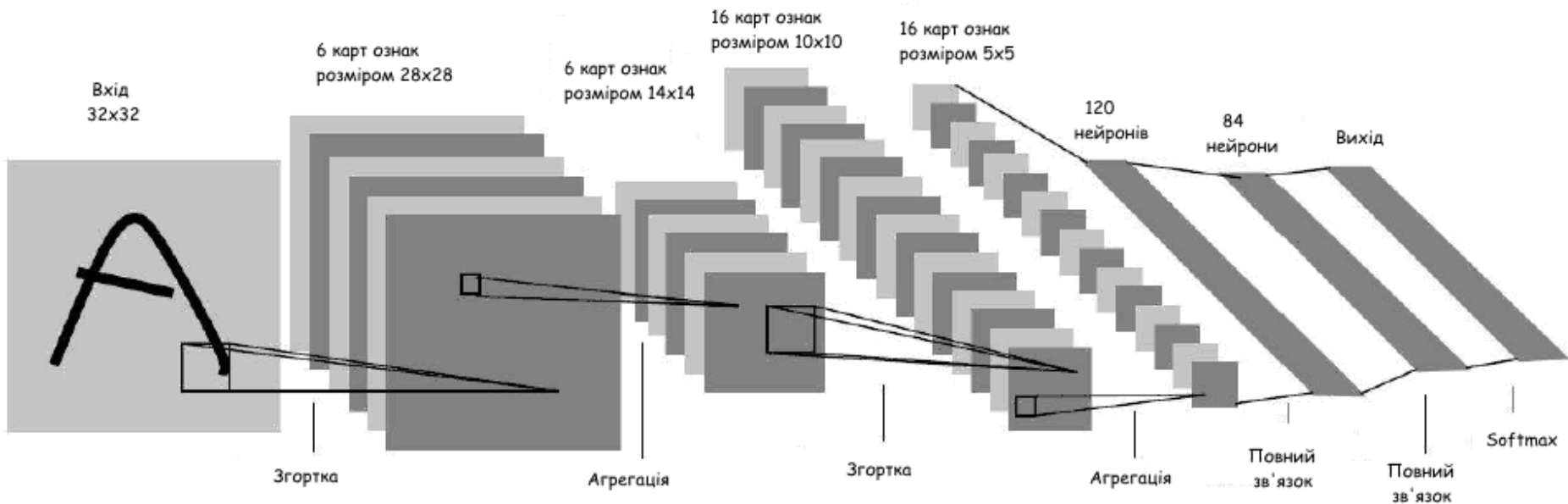
Нейронна мережа



$$h(\vec{x}, \vec{\omega}) = \sigma \left(\omega_0 + \sum_{i=1}^n \omega_i x_i \right)$$

$$E(\vec{\omega}) = \left(y - \sigma \left(\omega_0 + \sum_{i=1}^n \omega_i x_i \right) \right)^2$$

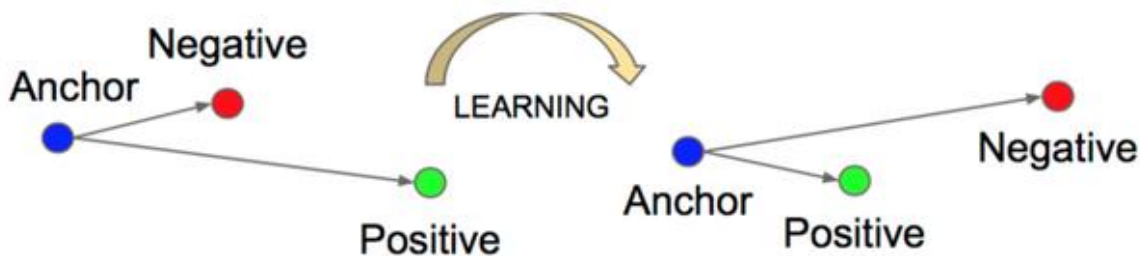
Згорткова нейронна мережа



$$\text{conv}(I, K)_{x,y} = \sigma \left(b + \sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^w \sum_{k=1}^d K_{ijk} \times I_{x+i-1, y+j-1, k} \right)$$

$$\sigma(z)_i = \frac{e^{z_i}}{\sum_{k=1}^K e^{z_k}}$$

Triplet loss



$$\|f(x_a) - f(x_n)\|_2^2 - \|f(x_a) - f(x_p)\|_2^2 > \alpha$$

$$L(x_a, x_p, x_n, f) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left[\|f(x_a^i) - f(x_p^i)\|_2^2 - \|f(x_a^i) - f(x_n^i)\|_2^2 + \alpha \right]$$

Навчання згорткової нейронної

мережі

Гرادієнтний метод

$$Q(\omega) = \sum_{i=1}^l L(a(x_i, \omega), y_i) \rightarrow \min_{\omega}$$

$$a(x, \omega) = \varphi\left(\sum_{j=1}^n \omega_j x^j - \omega_0\right)$$

$$\omega \leftarrow \omega - \eta \nabla Q(\omega)$$

AdaGrad

$$G_t = G_t + g_t^2$$

$$\omega_{t+1} = \omega_t - \frac{\eta}{\sqrt{G_t + \epsilon}} g_t$$

Стохастичний градієнтний спуск

$$\varepsilon_i \leftarrow L(a(x_i, \omega), y_i)$$

$$\omega \leftarrow \omega - \eta L'_a(a(x_i, \omega), y_i) \varphi'(\langle \omega, x_i \rangle) x_i$$

$$Q \leftarrow (1 - \lambda)Q + \lambda \varepsilon_i$$

Adadelta

$$E[g^2]_t = \gamma E[g^2]_{t-1} + (1 - \gamma)g_t^2, 0 < \gamma < 1$$

$$\omega_{t+1} = \omega_t - \frac{\eta}{\sqrt{E[g^2]_t + \epsilon}} g_t \quad RMS[g]_t = \sqrt{E[g^2]_t + \epsilon}$$

1. $\Delta\omega = -\frac{RMS[\Delta\omega]_{t-1}}{RMS[g]_t} g_t$

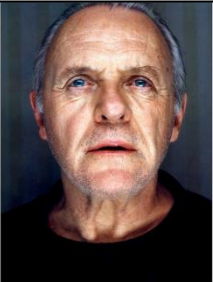
3. $RMS[\Delta\omega]_t = \sqrt{E[\Delta\omega^2]_t + \epsilon}$

2. $\omega_{t+1} = \omega_t - \frac{RMS[\Delta\omega]_{t-1}}{RMS[g]_t} g_t$

4. $E[\Delta\omega^2]_t = \gamma E[\Delta\omega^2]_{t-1} + (1 - \gamma)\Delta\omega_t^2$

Програмный продукт

Choose the photo:



PIC:

```
predictions = [ 0.0102632 0.00669951 0.00162212 0.0161598 0.00308462 0.27506439 0.00583237 0.0059446 0.01968568 0.02381329 0.07821997  
0.0033222 0.02680892 0.00382361 0.01816763 0.0065454 0.00678575 0.01031545 0.00162118 0.00436444 0.12939179 0.00522875 0.04594114 0.01112475  
0.00246897 0.00238189 0.00812128 0.05520637 0.00202594 0.00548443 0.00937812 0.0044959 0.00600952 0.00297391 0.00399901 0.00882706  
0.06315785 0.01813636 0.00523505 0.00230809 0.00472807 0.01623561 0.00243231 0.01829755 0.00300372 0.00259504 0.00436228 0.0053517 0.00278295  
0.01813694]
```

Predict antony_hopkins with 0.28 confidence.



PIC:

```
predictions = [ 0.00933958 0.03504715 0.01196523 0.00475449 0.00462941 0.0060238 0.00269341 0.00587656 0.03198568 0.01340498 0.01734695  
0.00484708 0.00407148 0.00319567 0.04244028 0.00638849 0.03588581 0.02055668 0.00767833 0.00552734 0.01097592 0.00734976 0.00793038  
0.03118855 0.00791771 0.00665383 0.00754533 0.0197525 0.00329852 0.03653587 0.07742754 0.01749553 0.03791173 0.00241222 0.01079563  
0.00260737 0.17737949 0.01290284 0.01136335 0.07910248 0.01028157 0.02855182 0.00871993 0.01068232 0.00282885 0.00668844 0.00266075  
0.00195984 0.00299624 0.0815503 ]
```

This person is not in the database.
Don't know this person.

TABLE:

deborah_tannen : 1.14228901768



PIC:

```
predictions = [ 0.00476682 0.00635603 0.00401571 0.00810901 0.00536877 0.019298 0.00676161 0.00504504 0.04164563 0.0211075 0.00584678  
0.00252412 0.0106405 0.0015429 0.02366538 0.01107628 0.14982241 0.05183219 0.00366308 0.0035862 0.01437658 0.00677998 0.01145149 0.01805052  
0.00216947 0.02080717 0.00571788 0.01661604 0.00432439 0.09321629 0.06289232 0.01621885 0.02991567 0.00237423 0.00257127 0.00469023  
0.05966322 0.00874748 0.00633749 0.04676954 0.00728145 0.01068684 0.0019931 0.03970443 0.006728 0.00142134 0.00197078 0.00387277 0.00232298  
0.06465426]
```

This person is not in the database.

bruce ratner : 0.969857142118

TABLE:

deborah_tannen : 1.3927653019

bruce ratner : 0.969857142118

Результати

Кількість людей	Фото для тренування	Фото для тесту	Правильно визначені	Усього знайдених облич (тренування+тест)	Не знайдено облич (тренування+тест)	Усього часу	Час на знаходження облич	Час тренування	Час тестування	Мінімальний час роботи (s)	Максимальний час роботи (s)	Середній час роботи (s)	Процент правильності
10	4	2	17	38+19	2+1	50,059s	16,842s	1,883s	13,334s	0.015079	2.660394	0.431874	0,8947368421
	10	10	85	95+97	5+3	1m31,882s	34,179s	4,788s	52,915s	0.017638	4.378899	0.390533	0,8762886598
50	10	10	379	464+471	36+29	18m49,914s	4m28.846s	16.642s	13m4.426s	0.045555	18.40881	0.794036	0,804670913
	20	10	424	935+472	65+28	19m43,468s	11m51.169s	23.967s	7m28.332s	0.079577	15.73424	0.835331	0,8983050847
	30	10	412	1424+470	76	26m15,764s	18m56.155s	0m22.135s	6m57.474s	0.111809	18.20037	0.769035	0,8765957447
100	10	10	750	951+940	49+60	28m30,053s	9m59.011s	0m24.710s	18m6.332s	0.077624	25.15102	0.866492	0,7978723404
	20	10	771	1884+940	116+60	41m34,455s	24m1.361s	0m34.639s	16m58.455s	0.144452	21.18667	1.000064	0,820212766
	30	10	812	2806+938	194+62	55m31,787s	39m9.644s	1m4.578s	15m17.565s	0.212832	26.03718	0.882283	0,8656716418
	40	10	796	3742+921	258+79	68m46,094s	51m23.342s	1m12.750s	16m10.002s	0.278131	18.65604	0.976142	0,8642779587
200	10	10	1381	1906+1888	94+112	53m1,854s	22m19.259s	0m36.860s	30m5.735s	0.146887	18.46246	0.902551	0,7314618644
	20	10	1463	3772+1900	228+100	85m16,295s	46m0.075s	0m54.189s	38m22.031s	0.281114	21.27263	1.156822	0,77

Порівняння з Eigenface

Кількість людей	Кількість фото для тренування	Кількість фото для тесту	Час роботи усієї програми (процесорний час)	Час, затрачена на тренування (процесорний час)	Найбільший час, затрачений на розпізнавання (процесорний час)	Найменший час, затрачений на розпізнавання (процесорний час)	Середній час, затрачений на тренування (процесорний час)	Процент правильних відповідей
10	4	2	1259,864964	1051,264121	85,822036	0,0290749	8,6800976	75
10	4	2	1125,398835	1089,572633	7,066811	0,032103	1,7887922	80
50	10	10	14117,58362	8692,900257	187,552509	0,0247089	6,303556945	57,76
100	10	10	27599,92649	16677,70562	276,313847	0,02410699	6,423897747	62,74970623
200	10	10	56395,21387	30904,48958	388,839764	0,0387279999	7,533141359	61,89042745
500	10	10	130501,7608	74076,70148	398,046607	0,051148999	6,60036774	59,03125746

Висновки

У роботі проведено:

1. Огляд області та оцінку актуальності роботи.
2. Аналіз існуючих методів, зокрема методу головних компонент та нейронних мереж.
3. Побудування моделей на базі методів головних компонент та TDE.
4. Порівняння побудованих моделей в залежності від кількості людей та кількості тренувальних фото.
5. Побудування web-сервера, що використовує одну з найбільш оптимальних моделей на базі методу TDE для демонстрування практичної роботи побудованої моделі.

Публікації

Braslavska Y. Nikolaiev S.

Comparison of existing face recognition methods and systems.

Science and Technology of the XXI Century: the XVIII All-Ukrainian Students R&D Conference Proceeding, Kyiv, Ukraine, 7 December, 2017. National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Vol. 4, 2017 P. 44-46.

Подальший напрямок розвитку

1. У подальших дослідженнях планується провести повне навчання нейронної мережі для подальшого дослідження якості роботи моделі.
2. Планується провести дослідження для визначення оптимальної кількості облич та тренувальних фото для найбільш оптимальної за швидкістю/якістю роботи моделі.
3. Вивчити граничні можливості моделі.

Дякую за увагу