**撮影人数及び撮影順序**

1人目:山口

2人目:石井

3人目:江波戸

4人目:新井

5人目:渡辺

6人目:徳山

7人目:斎藤りょうが

8人目:佐久間

9人目:田中

10人目:相澤

11人目:坂井

12人目:田中たいき

13人目:田中みゆ

14人目:中村

15人目:樋口

16人目:大野

17人目:高橋

18人目:小島

19人目:島田

20人目:清水

21人目:関根

22人目:長谷川

23人目:斉藤ひであき

24人目:田中ひろき

プログラムは2023年度用のコメントがあれば対応済み

**論文調査**

**注視すべき点**

**・画像の扱い方や解像度、画素といった言葉を用いているか？**

**・データベースに登録されているデータの種類や人数**

**・FRRやFARの評価の判定基準となっている箇所**

**全方位イメージセンサを用いた掌形バイオメトリック認証**

ドアのぶを握った掌(てのひら)を使った認証

バイオメトリック認証と記載

1人につき8枚ずつカメラで撮影×23人分＝184枚の画像を用いる(200×200ピクセルにリサイズし、24ビットカラー（RGB）で1枚あたり約120KBのデータサイズとなる)

データベースに登録された画像と、入力画像の画像全体の相関を求めることで、入力画像が登録者の掌であるかどうかを判定する

データベースには被験者の名前、掌の面積と輪郭線の長さが記録されている（8枚の画像それぞれから抽出した数値の平均値をその人の特徴量としている）

解像度が低くてもがボールフィルタリングによってエッジを抽出してコード化する手法がある

**指間の線を利用した掌紋認証の提案**

バイオメトリクスと記載

顔、指紋、虹彩、網膜、手や指の幾何学的模様などの身体的特徴とある

身体的特徴と行動的特徴を2つ以上組み合わせて使用するのがマルチモーダルスキーム

**手のひら**を使った個人認証は、デジタルカメラやスマートフォンがあれば簡単に手のひらの画像を撮影できるため、特別な装置を用意する必要がないという利点がある

スマートフォンのカメラで撮影した手のひら画像から掌紋領域を抽出する前処理においてキーポイントと呼ばれる指と指の間のくぼみを自動的に検出することが難しいという課題がある

関連研究として

手の輪郭の形を個人的特徴として認証を行っている研究では、手のひら画像に対して主成分分析を行い、重心位置及び主軸角度を算出することで、掌を正規化している文献3

撮影環境が一定でない場所で手のひらを抽出するための方法を提案している文献4

照明環境を抑える、さまざまな大きさのウィンドウで画像を操作し、検出ウィンドウ内の画像に対して手のひらの識別処理を行う文献5がある

画像は160画像×160画素のように画素を基準にしている

全体数は532名の両手データ

認証ではなく手のひら画像から掌紋領域を正しく検出できるかを目的とした研究である

**掌紋認証における生体検知手法に関する一検討**

**指間の指を利用した掌紋認証の提案を参考文献に入れている**

SNSなどに掲載されている写真から不正に掌紋情報を取得できるのではないか？⇒そこで掌紋画像を用いてどの程度生体検知が可能なのか調査する

センサーに何らかの情報を提示してなりすましを試みる攻撃を入力データ攻撃（プレゼンテーション攻撃）と呼ぶ、本稿では身近な媒体を用いたプレゼンテーション攻撃を想定して**普通紙、光沢紙、ディスプレイ**を考える

掌紋はスマートフォンなどのデジタルカメラを用いて非接触での特徴の取得が可能である

そこでスマートフォンで撮影した掌紋画像を用いた生体認証における生体検知手法について検討する

攻撃画像のサイズは**300×300pixel**としている（表記はpixel）

**複数個の画像特徴量の重みづけ統合による人工指紋画像の検出**

人工指紋による認証機器の突破が容易である問題点は以前より指摘されている

⇒本画像に対してCNNを施して、識別制度の向上を目指す研究が近年行われている

⇒既存研究としてサポートベクターマシン（機械学習）によって識別機を決定し、識別機から得られた識別結果の多数決を取る手法を提案したが、同じ画像データに対してCNN－VGGを施して得られた識別誤差よりも劣っている（**同じ画像データすなわち指紋認証における画像データが存在するのではないか？**）理由として適切な重みづけがなされていないためであると考える

そこで、識別誤差の低減を目指して複数個の画像特徴量に最適な重みを設定して、これらの検出結果を統合して判定する手法を提案する

本研究では**256×256pixels**の画像を使用し、1枚の画像から抽出される各画像特徴量のデータ数はすべて1×256に統一される（pixcels表記）

GH,FT,2DFT,LBP,LCP,LPQ,BSIFの手法を用いて画像特徴量を決定する、本研究ではLBP,LCP.LPQ,BSIFを用いる

本画像データの画像サイズは680×480pixels,解像度は500dpi,**Italdata**には学習用データ、テスト用データそれぞれ2000枚ずつ存在する（italdataは指紋認証研究用のデータセット[指紋スプーフィングバスター|の注釈付き結果を含む紙の表コード付き論文 (paperswithcode.com)](https://paperswithcode.com/paper/fingerprint-spoof-buster/review/)　 [LivDet 2013 Database — bob.db.livdet2013 2.1.5 documentation (idiap.ch)](https://www.idiap.ch/software/bob/docs/bob/bob.db.livdet2013/stable/)）

生体指紋画像と人工指紋画像がそれぞれ1000枚ずつ存在する

**16px バッチサイズ128による各画像項目の研究**

**RGB　16ピクセル　バッチサイズ128**

Wall time: 12 s

閾値以上で識別したテスト数54

閾値未満で識別したテスト数86

表の手だけで閾値未満で識別したテスト数47

裏の手だけで閾値未満で識別したテスト数39

================================================

未学習の手を閾値未満で識別した割合61%

未学習の手を閾値以上で識別した割合39%

表の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合67%

表の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合33%

裏の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合56%

裏の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合44%

閾値以上の最大値は99.99994039535522

閾値以上の最小値は99.90409016609192

[99.99998807907104, 100.0, 99.99998807907104, 99.99991655349731, 99.99995231628418, 99.99998807907104, 99.99998807907104, 100.0, 99.99997615814209, 100.0, 99.99889135360718, 99.99673366546631, 99.99243021011353, 99.989914894104, 99.99784231185913, 99.99754428863525, 99.99614953994751, 99.99222755432129, 99.99333620071411, 99.97547268867493, 99.9980092048645, 99.99817609786987, 99.99922513961792, 99.9904990196228, 99.99992847442627, 99.99995231628418, 99.99974966049194, 99.9991774559021, 99.99992847442627, 99.95884299278259, 99.97864365577698, 99.97283816337585, 99.97095465660095, 99.97565150260925, 99.90230798721313, 99.95379447937012, 99.96427297592163, 99.96863603591919, 99.9693512916565, 99.96428489685059, 99.9911904335022, 99.98972415924072, 99.9921202659607, 99.98574256896973, 99.9810516834259, 99.98317956924438, 99.99419450759888, 99.93128776550293, 99.96829032897949, 99.99967813491821, 99.99926090240479, 99.99622106552124, 99.9936580657959, 99.9998688697815, 99.9997615814209, 99.99818801879883, 99.99991655349731, 99.99984502792358, 99.99923706054688, 99.99997615814209, 99.99997615814209, 99.99994039535522, 99.9996542930603, 99.99905824661255, 99.99983310699463, 99.99994039535522, 99.99983310699463, 99.99662637710571, 99.99995231628418, 99.96845722198486, 99.99871253967285, 99.99808073043823, 99.99991655349731, 99.99984502792358, 99.99957084655762, 99.99988079071045, 99.99492168426514, 99.99984502792358, 99.99974966049194, 99.98394250869751, 99.99274015426636, 99.9800980091095, 99.98470544815063, 99.98111128807068, 99.99529123306274, 99.99366998672485, 99.99529123306274, 99.99738931655884, 99.99634027481079, 99.99474287033081, 99.9800980091095, 99.96731281280518, 99.99381303787231, 99.98981952667236, 99.99692440032959, 99.99955892562866, 99.99772310256958, 99.99666213989258, 99.99866485595703, 99.98229146003723, 99.9926209449768, 99.95753169059753, 99.99747276306152, 99.99388456344604, 99.99589920043945, 99.99825954437256, 99.99935626983643, 99.92173910140991, 99.99217987060547, 99.92239475250244, 99.96364116668701, 99.99053478240967, 99.97134804725647, 99.9661922454834, 99.97532963752747, 99.9576985836029, 99.97054934501648, 99.90573525428772, 99.99998807907104, 100.0, 100.0, 99.99997615814209, 100.0, 100.0, 99.99998807907104, 100.0, 99.99995231628418, 99.99990463256836, 99.99963045120239, 99.99626874923706, 99.99985694885254, 99.99946355819702, 99.99971389770508, 99.99970197677612, 99.99984502792358, 99.99991655349731, 99.99964237213135, 99.99951124191284, 99.99992847442627, 99.99961853027344, 99.9962329864502, 99.99834299087524, 99.9954342842102, 99.99886751174927, 99.99908208847046, 99.99935626983643, 99.99997615814209, 99.99916553497314, 99.99635219573975, 99.99920129776001, 99.98830556869507, 99.96403455734253, 99.98893737792969, 99.97122883796692, 99.99536275863647, 99.99935626983643, 99.99191761016846]

[79.18300032615662, 99.84703660011292, 99.87730383872986]

閾値以上で識別したテスト数157

閾値未満で識別したテスト数3

表の手だけで閾値未満で識別したテスト数1

裏の手だけで閾値未満で識別したテスト数2

================================================

未学習の手を閾値未満で識別した割合2%

未学習の手を閾値以上で識別した割合98%

表の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合1%

表の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合99%

裏の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合2%

裏の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合98%

閾値以上の最大値は99.99998807907104

閾値以上の最小値は99.90230798721313

テーブル

自動的に生成された説明グラフ

自動的に生成された説明

**グレイスケール　16ピクセル　バッチサイズ128**

Wall time: 16.1 s

閾値以上で識別したテスト数30

閾値未満で識別したテスト数110

表の手だけで閾値未満で識別したテスト数58

裏の手だけで閾値未満で識別したテスト数52

================================================

未学習の手を閾値未満で識別した割合79%

未学習の手を閾値以上で識別した割合21%

表の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合83%

表の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合17%

裏の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合74%

裏の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合26%

閾値以上の最大値は99.99984502792358

閾値以上の最小値は99.90044236183167

[99.99998807907104, 99.99998807907104, 99.99998807907104, 99.99998807907104, 99.99998807907104, 99.99998807907104, 100.0, 99.99998807907104, 99.99998807907104, 99.99998807907104, 99.9998927116394, 99.99990463256836, 99.99978542327881, 99.99991655349731, 99.9998927116394, 99.99980926513672, 99.99988079071045, 99.9998927116394, 99.99960660934448, 99.99974966049194, 99.94240999221802, 99.95092153549194, 99.98767375946045, 99.99549388885498, 99.99877214431763, 99.99080896377563, 99.99531507492065, 99.97783303260803, 99.99995231628418, 99.99974966049194, 99.9927282333374, 99.96553659439087, 99.99972581863403, 99.99994039535522, 99.99978542327881, 99.99338388442993, 99.99897480010986, 99.99997615814209, 99.99948740005493, 99.97490048408508, 99.99959468841553, 99.99622106552124, 99.97212290763855, 99.99960660934448, 99.9990463256836, 99.9735176563263, 99.9990701675415, 99.99842643737793, 99.98096823692322, 99.93564486503601, 99.9859094619751, 99.97851252555847, 99.99289512634277, 99.99721050262451, 99.99086856842041, 99.99295473098755, 99.99016523361206, 99.91421699523926, 99.9936580657959, 99.95028972625732, 99.94112253189087, 99.9693512916565, 99.98675584793091, 99.98082518577576, 99.9858021736145, 99.98942613601685, 99.9180257320404, 99.96005892753601, 99.97667670249939, 99.99771118164062, 99.99744892120361, 99.9984860420227, 99.9974250793457, 99.9963641166687, 99.98220801353455, 99.98946189880371, 99.95611310005188, 99.99399185180664, 99.9940037727356, 99.90707635879517, 99.99967813491821, 99.99961853027344, 99.99924898147583, 99.99850988388062, 99.99964237213135, 99.99957084655762, 99.99953508377075, 99.99932050704956, 99.99994039535522, 99.99982118606567, 99.98490810394287, 99.99130964279175, 99.9819815158844, 99.96254444122314, 99.99089241027832, 99.99161958694458, 99.98052716255188, 99.99158382415771, 99.92075562477112, 99.99406337738037, 99.9984860420227, 99.99991655349731, 99.99710321426392, 99.99961853027344, 99.99802112579346, 99.99758005142212, 99.99759197235107, 99.99778270721436, 99.9976396560669]

[79.43405508995056, 99.83797073364258, 97.42364287376404, 98.60512018203735, 95.36516666412354, 96.41612768173218, 97.80104756355286, 90.75507521629333, 98.83184432983398, 97.13616371154785, 97.51993417739868, 98.32335114479065, 98.8074004650116, 99.20588731765747, 98.1463074684143, 99.83776807785034, 99.33806657791138, 97.66780734062195, 99.7619092464447, 99.77601766586304, 99.55215454101562, 99.53340888023376, 98.41359853744507, 99.78498220443726, 98.71941208839417, 99.66210126876831, 98.71037602424622, 99.27977919578552, 99.39727187156677, 99.5821475982666, 99.59207773208618, 99.43944215774536, 74.4606614112854, 99.8630166053772, 99.86543655395508, 99.41710829734802, 99.71277117729187, 83.99713039398193, 96.08622193336487, 96.94851636886597, 99.88849759101868, 99.86587762832642, 99.37503933906555, 99.0781843662262, 99.64922070503235, 99.80625510215759, 99.65212345123291, 99.86742734909058, 99.6553897857666, 99.57000017166138, 99.82660412788391]

閾値以上で識別したテスト数109

閾値未満で識別したテスト数51

表の手だけで閾値未満で識別したテスト数23

裏の手だけで閾値未満で識別したテスト数28

================================================

未学習の手を閾値未満で識別した割合32%

未学習の手を閾値以上で識別した割合68%

表の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合29%

表の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合71%

裏の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合35%

裏の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合65%

閾値以上の最大値は99.99998807907104

閾値以上の最小値は99.90707635879517

テーブル

自動的に生成された説明 グラフ

自動的に生成された説明

**エッジ画像カーネル3　16ピクセル　バッチサイズ128**

Wall time: 12.7 s

閾値以上で識別したテスト数0

閾値未満で識別したテスト数140

表の手だけで閾値未満で識別したテスト数70

裏の手だけで閾値未満で識別したテスト数70

================================================

未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

表の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

表の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

裏の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

裏の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

閾値以上の最大値は0.0

[99.92411136627197, 99.95291233062744]

[80.08251786231995, 92.30794310569763, 99.79506134986877, 99.78596568107605, 21.80345058441162, 17.233747243881226, 98.45715761184692, 99.03106093406677, 99.35626983642578, 50.170862674713135, 71.7313826084137, 27.521398663520813, 29.723110795021057, 35.8449250459671, 71.57888412475586, 38.930293917655945, 15.421512722969055, 17.295511066913605, 27.626284956932068, 86.07853651046753, 55.33543825149536, 14.879463613033295, 28.679144382476807, 27.77002453804016, 27.727487683296204, 51.27120018005371, 30.413320660591125, 59.383273124694824, 25.62081813812256, 60.20359992980957, 77.1798312664032, 60.39744019508362, 24.12247508764267, 19.656163454055786, 51.60108208656311, 28.892600536346436, 41.804325580596924, 83.02498459815979, 47.26695418357849, 72.27713465690613, 32.06537961959839, 25.00883638858795, 24.532684683799744, 27.70998179912567, 22.563394904136658, 36.06415390968323, 34.57197546958923, 26.40019953250885, 20.237208902835846, 27.391448616981506, 27.784565091133118, 25.123906135559082, 28.640300035476685, 17.687419056892395, 25.18826425075531, 28.374335169792175, 53.99627685546875, 33.863651752471924, 25.33436417579651, 25.558140873908997, 55.73806166648865, 46.81196212768555, 30.758890509605408, 58.148014545440674, 14.651043713092804, 28.62086296081543, 44.80434060096741, 27.156615257263184, 37.50426769256592, 29.490873217582703, 32.274046540260315, 33.68740379810333, 20.5161914229393, 74.86863732337952, 65.24611115455627, 37.26758360862732, 47.03451097011566, 28.231653571128845, 32.91619420051575, 23.30646961927414, 24.56560581922531, 43.79824697971344, 29.06137704849243, 26.631540060043335, 34.079620242118835, 93.92133951187134, 70.59466242790222, 77.75837182998657, 48.06760847568512, 51.030802726745605, 39.291128516197205, 26.122179627418518, 45.95938324928284, 33.47553312778473, 66.95678234100342, 42.478665709495544, 49.33200180530548, 86.80167198181152, 21.594271063804626, 23.4214186668396, 56.60466551780701, 41.00066423416138, 66.97298884391785, 90.52261710166931, 63.25692534446716, 28.91503870487213, 76.34482979774475, 45.733579993247986, 29.32024896144867, 53.69071960449219, 43.51250231266022, 26.514393091201782, 23.096466064453125, 18.96321177482605, 46.141573786735535, 18.350708484649658, 68.4788703918457, 36.49308979511261, 43.38832199573517, 29.902854561805725, 22.560563683509827, 26.311269402503967, 17.74415373802185, 52.71150469779968, 22.601017355918884, 45.05336582660675, 84.8397970199585, 44.46859359741211, 16.2153959274292, 20.912450551986694, 82.82694816589355, 50.41688680648804, 98.1602132320404, 84.74582433700562, 95.28740048408508, 99.84476566314697, 88.6102557182312, 98.11772108078003, 45.529428124427795, 69.08202767372131, 22.542177140712738, 27.089068293571472, 56.22273087501526, 34.3413382768631, 27.753940224647522, 33.025917410850525, 47.11061120033264, 29.99061346054077, 27.88931131362915, 45.05707025527954, 23.54452908039093, 16.16036146879196, 65.31292796134949, 38.84683549404144, 30.50752580165863, 64.86111879348755, 33.64686071872711, 76.61917209625244]

閾値以上で識別したテスト数2

閾値未満で識別したテスト数158

表の手だけで閾値未満で識別したテスト数80

裏の手だけで閾値未満で識別したテスト数78

================================================

未学習の手を閾値未満で識別した割合99%

未学習の手を閾値以上で識別した割合1%

表の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

表の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

裏の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合98%

裏の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合2%

閾値以上の最大値は99.95291233062744

閾値以上の最小値は99.92411136627197

テーブル

自動的に生成された説明グラフ, 折れ線グラフ

自動的に生成された説明

**エッジ画像カーネル5　16ピクセル　バッチサイズ128**

Wall time: 12.7 s

閾値以上で識別したテスト数0

閾値未満で識別したテスト数140

表の手だけで閾値未満で識別したテスト数70

裏の手だけで閾値未満で識別したテスト数70

================================================

未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

表の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

表の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

裏の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

裏の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

閾値以上の最大値は0.0

[]

[95.09310722351074, 98.42499494552612, 72.68466353416443, 66.56981110572815, 35.32979190349579, 36.23570799827576, 83.1775426864624, 75.74284076690674, 65.86183309555054, 71.14521861076355, 41.29447042942047, 30.64800202846527, 76.52263045310974, 76.11402869224548, 39.595186710357666, 50.48884153366089, 62.34577298164368, 43.19317936897278, 29.536688327789307, 20.080050826072693, 35.121795535087585, 33.947694301605225, 75.39977431297302, 26.505061984062195, 37.616127729415894, 22.82491624355316, 66.15312695503235, 37.72733509540558, 18.459273874759674, 80.07649779319763, 11.879374831914902, 75.5525529384613, 31.528720259666443, 29.331058263778687, 23.564548790454865, 68.56842041015625, 23.475176095962524, 62.71821856498718, 51.50248408317566, 30.431941151618958, 45.48310339450836, 22.762975096702576, 37.66743242740631, 44.6774035692215, 30.23810386657715, 24.205106496810913, 44.04423534870148, 39.26416337490082, 22.487381100654602, 36.38191223144531, 35.340508818626404, 47.09019064903259, 57.64015316963196, 45.34446895122528, 33.36377739906311, 22.310711443424225, 30.856361985206604, 77.01482772827148, 66.2413477897644, 33.05792212486267, 37.15275228023529, 41.31895899772644, 46.24890983104706, 38.161930441856384, 60.86181998252869, 68.25780868530273, 68.74104142189026, 36.057549715042114, 52.05441117286682, 43.655237555503845, 90.77443480491638, 91.01566672325134, 63.68585824966431, 36.13294064998627, 70.93707323074341, 35.12088060379028, 71.84703350067139, 68.99756193161011, 26.608970761299133, 84.62716937065125, 23.870086669921875, 35.62326729297638, 31.643739342689514, 77.86853313446045, 53.67741584777832, 69.19807195663452, 93.82962584495544, 48.585155606269836, 87.99862265586853, 73.56563806533813, 43.592673540115356, 49.04605150222778, 24.717020988464355, 75.00271201133728, 68.65672469139099, 60.29096245765686, 29.420262575149536, 23.50640296936035, 82.48961567878723, 33.643534779548645, 80.68686127662659, 31.011512875556946, 31.29451870918274, 27.99622416496277, 75.77266693115234, 60.267019271850586, 79.38119173049927, 32.82807171344757, 53.512752056121826, 20.730240643024445, 50.446122884750366, 22.16796725988388, 47.084710001945496, 21.485869586467743, 25.548914074897766, 25.560852885246277, 19.190281629562378, 43.28462481498718, 45.94176411628723, 35.9429657459259, 53.09359431266785, 64.57021236419678, 24.974675476551056, 76.2137770652771, 67.96436309814453, 60.91986298561096, 67.12948083877563, 85.68285703659058, 78.11105847358704, 53.42860817909241, 23.032456636428833, 79.45781350135803, 73.39872717857361, 30.865871906280518, 98.99477958679199, 96.59568667411804, 99.85164999961853, 89.6725594997406, 98.88041615486145, 64.10806775093079, 81.85101747512817, 90.49292206764221, 31.217294931411743, 93.90052556991577, 87.41272687911987, 93.49284172058105, 75.50771832466125, 28.16474735736847, 68.1642234325409, 93.62124800682068, 51.62360072135925, 41.348597407341, 87.55978345870972, 97.73241877555847, 16.820380091667175, 22.65070080757141, 78.1380295753479, 96.80904150009155, 80.59543967247009, 70.25168538093567]

閾値以上で識別したテスト数0

閾値未満で識別したテスト数160

表の手だけで閾値未満で識別したテスト数80

裏の手だけで閾値未満で識別したテスト数80

================================================

未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

表の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

表の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

裏の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

裏の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

閾値以上の最大値は0.0

テーブル

自動的に生成された説明グラフ, 折れ線グラフ

自動的に生成された説明

**512pxによる研究**

利用できるメモリが十分でないエラーが発生

グラフィカル ユーザー インターフェイス, テキスト, アプリケーション, メール

自動的に生成された説明