

AHP と最大重みマッチング問題を連携した 就職活動マッチングアルゴリズムの開発

大場 春佳^{†1}, 奥野 雅矢^{†2}, 定塚 政盛^{†2}, 水野 信也^{†1}

概要: 新型コロナウイルス蔓延の影響やデジタルトランスフォーメーション(DX)推進により就職でのオンライン説明会や面接が当たり前となり, 変化に対応できる企業を求める学生の意識変化もある. 大学としても学生の就職活動の質向上の取り組みが始まっており, その中でも「マッチング」というキーワードで, 学生と企業とを結びつける取り組みが増えてきている. そこで本研究ではインターンシップをはじめとした就職活動におけるマッチングアルゴリズムを検討することとした. マッチング方式の代表例として, 協調フィルタリングが挙げられるが, 推薦の精度を上げるためには十分な情報量が必要である. しかし本研究において利用できるデータが限られており, データ数が十分でないことから AHP を利用して総合評価を算出し, 希望に沿った評価が可能であること確認した. またインターンシップ枠や就職推薦枠など限られた資源を, 最大重みマッチングを行って最適に資源配分を検証した. 成績を反映することにより, 成績が良い学生を優先的にマッチングできることも確認した. これにより, 学生企業双方にとって希望に沿った就職支援, マッチングが可能である.

キーワード: AHP, 双方向評価, 最大重みマッチング, 就職マッチング

1. はじめに

日本社会全体で生産年齢人口の減少問題に直面し, 働き方改革や副業の解禁などの影響で, 従来の就業環境の変化が進んでいる. また新型コロナウイルス蔓延の影響やデジタルトランスフォーメーション (DX) 推進によりリモートワーク環境の導入が進んだこともあり, 働く環境の多様化に繋がっている [1-3]. 就職でのオンライン説明会や面接が当たり前となり, 変化に対応できる企業を求める学生の意識変化もある [4-6]. このように就職に対する意識も変化中, 大学としても学生の就職活動の質向上の取り組みが始まっている. その中でも「マッチング」というキーワードで, 学生と企業とを結びつける取り組みが増えてきている [7-9]. 大学は, 今までの対面をベースとした就職指導に加え, このような ICT 環境を利用した就職マッチング環境を導入することで, 学生の就職活動の質向上を目指し, 社会との関係を深くしていくことが必要であると考えられる.

によって収集) と大学所有企業データから, 各企業もしくは企業群との総合評価を算出する. ②企業においても各学生もしくは学生群との総合評価を算出する. ③大学は学生と企業のマッチング度を把握することで, 推薦やインターンシップ枠を決定するときの指標とすることが可能である.

本研究において利用する学生, 企業データについてそれぞれ表 1 に示す. 学生データ (46 名) は付録の表 A.1 に示すアンケートによって 1 から 9 の 9 段階評価で取得し, 企業データは静岡理工科大学キャリア支援課より提供いただいた. 項目 (13) については, 平均 2, 標準偏差 0.9 の正規乱数にて生成した. 就職先企業については, 登録のある企業のうち表 1 に示すデータが揃っている 234 社を利用した. 項目 (2) (3) については, 値が小さい方が優位であるため各データの逆数を利用し, (7) 上場については非上場を 0, 東証一部上場を 5, それ以外を 3 として点数化, (8) から (12) の各分野スコアは求人職種から専門性を点数化した. その後, 各データを 1-9 の値に正規化している.

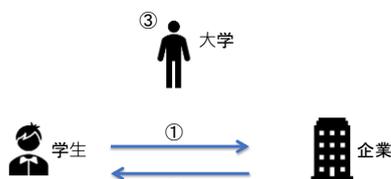


図 1 利用対象者

そこで就職活動におけるマッチングアルゴリズムを検討することとした. マッチング利用対象者の関係性を図 1 に示す. 大学 (就職担当者), 学生, 企業 (採用担当者) の三者によって構成される. ①学生は, 就職希望 (アンケート

^{†1} 静岡理工科大学 (Shizuoka Institute of Science and Technology)

^{†2} 株式会社 khronos (khronos Co., Ltd.)

投稿日: 2021 年 12 月 15 日

採録日: 2022 年 2 月 28 日

表 1 作成したクラスタにおける利用データ項目ごとの平均値

クラスタ	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(8)~(12) 平均
s1	4.22	4.89	6.89	7.56	8.00	2.89	3.78	6.78	4.44	3.56	1.33	1.67	3.56
s2	4.18	2.82	7.45	6.73	8.09	1.73	6.45	8.18	1.18	1.64	1.09	1.55	2.73
s3	4.60	6.10	5.80	5.20	6.50	4.20	5.20	6.60	4.30	4.60	4.30	4.00	4.76
s4	1.00	9.00	9.00	5.50	8.00	1.00	1.00	8.00	1.00	3.00	3.00	1.00	3.20
s5	8.00	1.00	3.50	2.50	7.00	2.00	2.50	8.50	2.50	2.50	1.00	1.00	3.10
s6	4.70	8.20	8.20	5.70	7.40	4.10	5.30	7.00	1.10	1.10	1.00	1.00	2.24
s7	1.00	1.00	4.00	6.00	8.00	1.00	1.00	8.50	1.00	1.00	1.00	1.00	2.50
c1	1.33	5.38	7.29	3.89	7.75	1.53	1.00	7.79	7.82	7.82	7.57	7.43	7.69
c2	1.13	8.04	8.78	3.49	6.86	1.63	1.11	5.57	6.87	5.93	5.44	5.53	5.87
c3	1.39	7.52	8.11	3.61	6.56	1.25	1.54	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79
c4	1.11	8.17	8.90	3.13	7.15	1.50	1.06	8.15	8.22	8.06	8.02	7.87	8.06
c5	2.23	6.65	4.91	3.61	8.02	2.39	7.54	7.67	8.11	7.60	7.41	7.35	7.63
c6	7.98	2.77	1.28	3.58	6.50	1.21	9.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

表 2 利用データ項目概要

項目	概要	数値範囲
(1) 社員数	会社の規模	1-9
(2) 大学からの距離	県内が良いか	1-9
(3) 支店数	転勤の少なさ	1-9
(4) 初任給	年収の目安	1-9
(5) 年間休日	福利厚生の目安	1-9
(6) OB・OGの数	大学とのつながり	1-9
(7) 上場	社会的認知度, 信用度	1-9
(8) 情報系スコア	業種・職種希望	1-9
(9) 機械系スコア		1-9
(10) 電気系スコア		1-9
(11) 化学系スコア		1-9
(12) 建築系スコア		1-9
(13) GPA	学生のみ	0-4

利用データに関して傾向を確認するため、クラスターリング (K-means 法) を行なった。クラスター数はクラスター構成数の最小が 2 になる時点である、学生 7、企業 6 とした。結果と軸解釈をそれぞれ表 2, 3 に示す。学生クラスターにはクラスター番号の前に s を、企業クラスターには c を記載している。クラスターごとに福利厚生の充実や会社規模などの特徴が把握できる。AHP の結果を用いて各企業、各学生ではなく企業群、学生群として代替案を提示するときはこの情報を用いる。

表 3 作成したクラスターに含まれるデータ件数とその特徴

クラスター	件数	概要
s1	9	初任給が多く、福利厚生充実企業を希望
s2	11	上場しており転勤があり、福利厚生充実企業を希望
s3	10	上場しており専門性がある企業を希望
s4	2	転勤が少ない県内中小企業を希望
s5	2	情報系で社員数が多い大企業を希望
s6	10	情報分野で転勤が少ない県内企業を希望
s7	2	情報分野で社員数が少ない県外中小企業を希望
c1	32	専門性が高く転勤が少ない企業
c2	51	転勤が少ない県内中小企業
c3	32	専門性が低く転勤が少ない県内中小企業
c4	99	専門性が高く転勤が少ない県内中小企業
c5	18	専門性が高く上場しており福利厚生充実企業
c6	2	専門性は低い为上場しており転勤の可能性のある大企業

2. AHP を利用した総合評価の算出

学生に対して企業、企業に対して学生を推薦 (総合評価を算出) する方法に関して検討する。マッチング方式の代表例として、協調フィルタリング [10, 11] が挙げられるが、推薦の精度を上げるためには十分な情報量が必要である。しかし本研究において利用できるデータが限られており、データ数が十分でなかったため、OR の手法の一つである

AHP (Analytic Hierarchy Process) [12-14] を利用することとした。AHP は曖昧な状況の下において、選択に関わる問題を階層図と呼ばれる評価基準を含んだ階層構造に分解し、評価基準を比較することで、各代替案 (具体的な選択肢) の総合評価値を算出する意思決定手法である。利用者がアンケート形式で、項目を評価することで、代替案ごと総合評価を得ることができる。既存のデータがなくても、利用者に代替案選択評価を提供できる特徴がある。

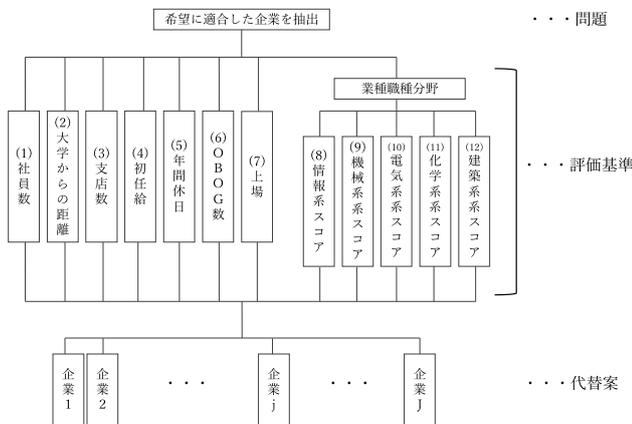


図 2 AHP 階層構造例 (学生に対して企業を推薦)

AHP では表 1 の項目 (1) から (12) のデータを利用し、階層構造を図 2 に示す。先行研究 [15] では学生から企業への評価において、静岡県外を希望している学生に対して、大学から近い中小企業のクラスターが選択された。理由として、専門性評価項目において情報系を 9, その他の分野を 1 として評価しており、全体として専門性評価項目に影響されたことが考えられる。そこで、本研究においては、各分野のスコアを業種職種分野内の階層とすることとした。

2.1 学生から企業への総合評価算出

学生から企業への総合評価を算出する手順について示す。

1. 学生の各評価項目のウエイト (重要度) を算出

学生がどの評価項目を重要としているかを表すウエイトを算出する。AHP では一般的にアンケートにて各項目の一对比較を行うが、本研究では絶対評価で実施している。そこで絶対評価を一对比較表列に変換する。また、ウエイトの算出は各階層で実施する。業種職種分野の評価値は(8)から(12)までのスコア平均とした。

階層内の項目数を I , 学生の各項目評価を a_i ($i = 1, 2, \dots, I$) とすると、一对比較行列は

$$A = \begin{pmatrix} \frac{a_1}{a_1} & \dots & \frac{a_1}{a_i} & \dots & \frac{a_1}{a_I} \\ \frac{a_i}{a_1} & & \frac{a_i}{a_i} & & \frac{a_i}{a_I} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{a_I}{a_1} & & \frac{a_I}{a_i} & & \frac{a_I}{a_I} \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{a_I}{a_1} & \dots & \frac{a_I}{a_i} & \dots & \frac{a_I}{a_I} \end{pmatrix}$$

となる。ウエイト q_i ($i = 1, 2, \dots, I$) は $\sum_{i=1}^I q_i = 1$ という性質を持っており、各評価項目の幾何平均を、全項目の幾何平均の合計値で割ることにより求められる。

$$Q = \begin{pmatrix} q_1 \\ \vdots \\ q_i \\ \vdots \\ q_I \end{pmatrix} = \frac{1}{\sum_{j \in \{1, \dots, I\}} \sqrt[I]{\prod_{i \in \{1, \dots, I\}} \frac{a_j}{a_i}}} \cdot \begin{pmatrix} \sqrt[I]{\prod_{i \in \{1, \dots, I\}} \frac{a_1}{a_i}} \\ \vdots \\ \sqrt[I]{\prod_{i \in \{1, \dots, I\}} \frac{a_i}{a_i}} \\ \vdots \\ \sqrt[I]{\prod_{i \in \{1, \dots, I\}} \frac{a_I}{a_i}} \end{pmatrix}$$

2. 評価項目ごとの各企業のウエイトの算出

次に項目ごとに各企業のウエイトを算出する。企業数を M , 評価を a_m ($m = 1, 2, \dots, M$) として上記式を用いてウエイトを算出し、各企業の項目ごとのウエイト Q_m を求める。

$$Q_m = \begin{pmatrix} q_{m\{1,1\}} & \dots & q_{m\{1,i\}} & \dots & q_{m\{1,I\}} \\ \vdots & & \ddots & & \vdots \\ q_{m\{l,1\}} & & q_{m\{l,i\}} & & q_{m\{l,I\}} \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{m\{J,1\}} & \dots & q_{m\{J,i\}} & \dots & q_{m\{J,I\}} \end{pmatrix}$$

3. 総合評価の算出

総合評価は、上記 1, 2 で算出した Q_m, Q の積で求められ、総合評価が高い企業が学生の評価にあった企業である。

$$\text{総合評価} = Q_m \cdot Q$$

例として学生クラスター s1 から企業クラスターへの算出手順について示す。アンケートでの評価値平均とウエイト Q を表 4 に示す。

表 4 学生クラスター s1 評価項目ウエイト Q

	評価値	ウエイト
(1) 社員数	4.22	0.09
(2) 大学からの距離	4.89	0.14
(3) 支店数	6.89	0.19
(4) 初任給	7.56	0.18
(5) 年間休日	8.00	0.18
(6) OB・OG の数	2.89	0.16
(7) 上場	3.78	0.05
業種職種分野	3.56	0.24
(8) 情報系スコア	6.78	0.38
(9) 機械系スコア	4.44	0.25
(10) 電気系スコア	3.56	0.20
(11) 化学系スコア	1.33	0.08
(12) 建築系スコア	1.67	0.09

評価項目ごとの各企業のウエイトを算出した結果を表 5 に示す。業種職種分野の重要度は評価項目(8)から(12)のウエイトを算出後、学生側評価項目のウエイトを利用して算

出した総合評価を利用した. 企業側の各項目ウエイト Q_m を表 6 に示す.

表 5 企業クラスター 業種職種分野評価項目ウエイト

クラスター	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
c1	0.24	0.23	0.24	0.24	0.24
c2	0.17	0.20	0.18	0.17	0.18
c3	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06
c4	0.25	0.24	0.25	0.26	0.25
c5	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
c6	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03

表 6 企業クラスター 評価項目ウエイト Q_m

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	業種
c1	0.09	0.14	0.19	0.18	0.18	0.16	0.05	0.24
c2	0.07	0.21	0.22	0.16	0.16	0.17	0.05	0.18
c3	0.09	0.20	0.21	0.17	0.15	0.13	0.07	0.06
c4	0.07	0.21	0.23	0.15	0.17	0.16	0.05	0.25
c5	0.15	0.17	0.13	0.17	0.19	0.25	0.35	0.24
c6	0.53	0.07	0.03	0.17	0.15	0.13	0.42	0.03

算出した Q_m , Q より総合評価値を算出した. 評価値が一番高い項目を太字としている. 転勤が少ない県内中小企業を希望していた学生クラスター s4 は, 専門性が高く転勤が少ない県内中小企業 c4 との総合評価が高い. また大企業を希望している学生クラスター s5 は, 上場しており転勤の可能性のある c6 との評価が高い. そのほかの学生クラスターにおいても, 感覚的に希望の企業クラスターとの総合評価が高く, AHP における評価が意思, 希望を反映できていることが確認できた.

表 7 学生から企業への総合評価値

	c1	c2	c3	c4	c5	c6
s1	0.159	0.161	0.146	0.165	0.192	0.176
s2	0.151	0.151	0.142	0.155	0.201	0.200
s3	0.154	0.157	0.139	0.163	0.203	0.184
s4	0.171	0.184	0.166	0.191	0.176	0.113
s5	0.149	0.140	0.127	0.147	0.191	0.246
s6	0.151	0.161	0.150	0.163	0.195	0.180
s7	0.177	0.168	0.151	0.174	0.185	0.146

2.2 企業から学生への総合評価算出

次に企業から学生の総合評価を算出する. 算出方法は 2.1 に示す方法と同じである. 総合評価値の結果を表 8 に示す. 評価値が一番高い項目を太字とし, 学生から企業への総合評価値が 1 番高い項目を下線で示している. 結果より, 学生側とは異なった総合評価が算出されていることが確認で

きる. 本研究に利用した企業データは, 専門性が高く県内企業の情報が多かったことから, 学生クラスター s3, s4 の評価値が高いと考えられる.

表 8 企業から学生への総合評価値

	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7
c1	0.162	0.139	0.175	0.165	0.102	0.161	0.096
c2	0.160	0.137	0.172	0.175	0.093	0.173	0.089
c3	0.158	0.143	0.159	0.177	0.091	0.183	0.089
c4	0.160	0.135	0.177	<u>0.175</u>	0.095	0.168	0.089
c5	<u>0.160</u>	<u>0.153</u>	0.184	0.142	0.105	<u>0.172</u>	<u>0.084</u>
c6	0.157	0.174	0.171	0.101	<u>0.142</u>	0.179	0.076

3. 最大重みマッチング問題を連携したマッチング

本章では前章で算出した AHP から得られる学生, 企業の総合評価に対し, 最大重みマッチング問題の手法を用いて学生・企業の希望を反映したマッチングを行う [16-18]. 就職活動において, インターンシップ枠や就職推薦枠には限りがあり, 企業側が望むスキル等をもった学生数も決して多くない. 限られた枠や人材を適切にマッチングできることで, 学生, 企業, 大学にとって有益であると考えられる. 大学として, 推薦枠や対象学生数が少ない場合, 限られた資源を最適に配分する必要がある. ここでは, 最大重みマッチングを行い, 最適な資源配分を試みる.

AHP 代替案評価を双方で実施することにより,

- 学生からみた企業の総合評価

$$s_{i,j}, \quad i \in S, j \in C$$

- 企業からみた学生の総合評価

$$c_{j,i}, \quad i \in S, j \in C$$

が得られる. ただし, S は学生集合, C は企業集合である.

ここで, 図 3 のように学生と企業の集合 $V = S \cup C$, エッジ集合 E として, 無向グラフ $G = (V, E)$ を定義する.

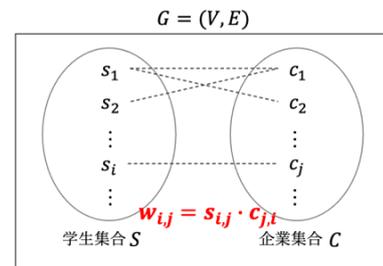


図 3 最大重みマッチングにおけるグラフ構造

各辺 $w_{i,j} \in E, i \in S, j \in C$ は, 以下 2 パターンにて算出した.

1. AHP の結果から最適配分(3.1)

$$w_{i,j} = s_{i,j} \cdot c_{j,i}$$

2. AHP の結果と成績(GPA)を利用した最適配分(3.2)

$$w_{i,j} = s_{i,j} \cdot c_{j,i} + \alpha \cdot GPA_i \quad 0 \leq GPA_i \leq 4$$

これらを用いて、以下のように定式化を行う。

$$\begin{aligned} & \text{Maximize: } \sum_{e \in E} w(e) \cdot x(e) \\ & \text{Subject to: } \sum_{e \in \delta(v)} x(e) \leq 1 \quad v \in V, \\ & \quad \quad \quad x(e) \in \{0,1\} \quad e \in E \end{aligned}$$

ここで、 $\delta(v)$ は $v \in V$ に接続する辺全体集合であり、 $x(e)$ が 1 の場合マッチング成立、0 の場合マッチング不成立となる。グラフ全体の重みを最大化するため、図 4 のようなグラフの場合、太線となっている部分がマッチングとなる。

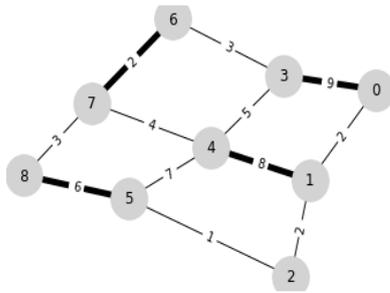


図 4 最大重みマッチング例

3.1 検証 1 : AHP の結果から最適配分

検証のため、先で算出された学生クラスタと企業クラスタ平均を利用して実施した。学生はクラスタ数 7 より 7 人、企業はクラスタ数 6 より 6 社にて 1 対 1 でのマッチングを実施する。図 5 に各クラスタの総合評価から算出される提案順位 1~3 を示す。学生からは企業 5、企業からは学生 3 が多く提案されていることがわかる。

学生 クラスタ	提案 企業1	提案 企業2	提案 企業3
s1	c5	c6	c4
s2	c5	c6	c4
s3	c5	c6	c4
s4	c4	c2	c5
s5	c6	c5	c1
s6	c5	c6	c4
s7	c5	c1	c4

企業 クラスタ	提案 学生1	提案 学生2	提案 学生3
c1	s3	s4	s1
c2	s4	s6	s3
c3	s6	s4	s3
c4	s3	s4	s6
c5	s3	s6	s1
c6	s6	s2	s3

図 5 提案順位

図 6 に最大重みマッチングの結果を示す。学生の 4/7 人 (57.1%)、企業の 4/6 社(66.7%)が上位 3 位でマッチングしている。よって、学生企業双方に対して有益なマッチングができていないと考えられる。

学生 クラスタ	提案 企業1	提案 企業2	提案 企業3
s1	c5	c6	c4
s2	c5	c6	c4
s3	c5	c6	c4
s4	c4	c2	c5
s5	c6	c5	c1
s6	c5	c6	c4
s7	c5	c1	c4

企業 クラスタ	提案 学生1	提案 学生2	提案 学生3
c1	s3	s4	s1
c2	s4	s6	s3
c3	s6	s4	s3
c4	s3	s4	s6
c5	s3	s6	s1
c6	s6	s2	s3

図 6 検証 1 : 1 対 1 マッチング結果

実際の推薦枠やインターンシップ枠は、1 社に対して複数の枠がある。そこで、各企業に対して 2 人の枠を設けた場合のマッチング結果を図 7 に示す。学生全てが上位 3 位でマッチングしており、企業枠が増えても問題なくマッチングできることが確認できた。

学生 クラスタ	提案 企業1	提案 企業2	提案 企業3
s1	c5	c6	c4
s2	c5	c6	c4
s3	c5	c6	c4
s4	c4	c2	c5
s5	c6	c5	c1
s6	c5	c6	c4
s7	c5	c1	c4

企業 クラスタ	提案 学生1	提案 学生2	提案 学生3
c1	s3	s4	s1
c2	s4	s6	s3
c3	s6	s4	s3
c4	s3	s4	s6
c5	s3	s6	s1
c6	s6	s2	s3

図 7 検証 1 : 1 対 2 マッチング結果

3.2 検証 2 : AHP の結果と成績(GPA)を利用した最適配分

次に AHP の結果に加え成績 (GPA) を利用した場合のマッチングについて検証を行う。先で算出された学生クラスタ、企業クラスタを利用し、正規乱数を発生させ検証データを作成した。学生は各クラスタから 5 人の計 35 人、企業は各クラスタから 3 社の計 18 社として 1 対 1 マッチングを実施した。学生の GPA は平均 2、標準偏差 0.9 の正規乱数にて作成した。

α を変更させた時の GPA を加味しなかった場合(検証 1 方式)のマッチングとの一致率を図 8 に示す。図より α が大きくなるにつれ、一致率が減少しており GPA によるマッチング変化が確認できる。

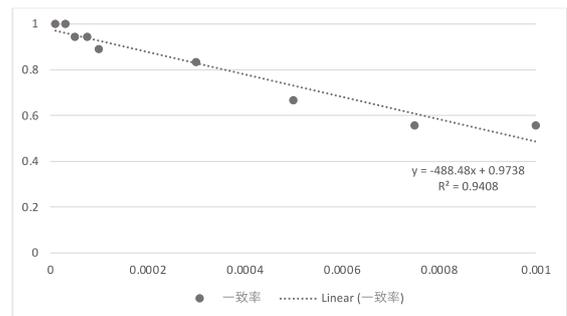


図 8 マッチング一致率

図9にGPAを加味した場合のマッチング変化を示す。左の表はGPAを加味しなかった時、右の表はGPA加味した時 ($\alpha = 0.001$) ののマッチング結果である。クラス*i*の*j*番目の学生は si_j , 企業は ci_j の形式で表している。

企業	学生	マッチング度	GPA
c1_1	s3_4	0.0018	1.72
c1_2	s1_2	0.0021	1.82
c1_3	s3_3	0.0020	1.45
c2_1	s6_2	0.0019	1.97
c2_2	s3_5	0.0027	3.16
c2_3	s4_5	0.0023	3.50
c3_1	s6_3	0.0018	1.35
c3_2	s6_5	0.0026	1.49
c3_3	s4_4	0.0016	2.78
c4_1	s4_3	0.0020	2.72
c4_2	s4_2	0.0023	2.06
c4_3	s4_1	0.0021	2.76
c5_1	s3_1	0.0023	2.21
c5_2	s1_1	0.0034	2.11
c5_3	s3_2	0.0029	2.73
c6_1	s5_5	0.0040	3.38
c6_2	s6_1	0.0030	2.02
c6_3	s2_3	0.0031	1.77

企業	学生	マッチング度	GPA
c1_1	s6_2	0.0018	1.97
c1_2	s7_4	0.0018	2.67
c1_3	s7_3	0.0014	2.90
c2_1	s1_3	0.0017	2.29
c2_2	s3_5	0.0027	3.16
c2_3	s4_5	0.0023	3.50
c3_1	s2_4	0.0015	2.43
c3_2	s4_4	0.0024	2.78
c3_3	s6_4	0.0014	3.99
c4_1	s4_3	0.0020	2.72
c4_2	s4_2	0.0023	2.06
c4_3	s4_1	0.0021	2.76
c5_1	s3_1	0.0023	2.21
c5_2	s1_1	0.0034	2.11
c5_3	s3_2	0.0029	2.73
c6_1	s5_5	0.0040	3.38
c6_2	s6_1	0.0030	2.02
c6_3	s5_1	0.0030	2.51

図9 検証2:1対1マッチング

一部のマッチングが成績によって変化していることが確認できる。学生 $s6_2$, $s4_4$ は成績によって優先的にマッチングされている。このように成績を加味することで、GPAの高い学生を優位としたマッチングが可能であることが確認できた。

4. さいごに

本研究では、学生、企業データを利用した双方向 AHP の総合評価算出とマッチングを実施した。はじめに、学生から企業、企業から学生への評価を実施した。本研究において利用できるデータが限られており、データ数が十分でないことから AHP を利用して総合評価を算出し、希望に沿った評価が可能であること確認した。業種職種分野については、分野ごとの評価を業種職種分野階層内にすることで、先行研究に比べてより意思に沿った評価ができることがわかった。次にインターンシップ枠や就職推薦枠など限られた資源を、最大重みマッチングを行って最適に資源配分を検証した。AHP を双方向で行い、その結果を用いて双方向の希望に応じたマッチングを行う事は今までに行われていないことであり、意義あることであると考えられる。本アルゴリズムを用いてマッチングを実運用する場合、インターンシップや就職推薦の締め切り日時点での学生側評価データを利用することで、より最新の学生の希望を反映した形でのマッチングが可能である。

今後は企業として社風が合わないことによる早期離職を避けるため、適性診断、性格診断や SPI などのデータを利用した評価を行う。また、学生側評価を時系列的に取得し、就職活動を経験する中での学生の希望の変化を捉える。これにより、今後の就職活動支援についての経験を蓄積し、

より企業、学生、大学にとって有意義なマッチングになるようにしていく。

謝辞

本研究は、静岡理工科大学共同研究(令和2年9月開始)、研究テーマ：求職/採用におけるマッチング AI アルゴリズムの研究開発(株式会社 khronos)助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 小豆川裕子, “BCP とテレワーク: 業務を継続するための環境整備,” 情報の科学と技術 Vol. 70, No. 9 pp. 447-451 (2020).
- [2] E. Stolterman and A. C. Fors, “Information Technology and the Good Life,” *Information Systems Research*, Springer Science + Business Media, Inc., pp. 687-692 (2004).
- [3] T. Okubo, “Spread of COVID-19 and telework: evidence from Japan,” *Covid Economics*, Vol. 32, pp. 1-25 (2020).
- [4] 葛城浩一, “コロナ禍における学生の学習活動及び教員の教育活動の実態,” 香川大学教育研究 Vol. 18, pp. 77-90 (2021).
- [5] 高嶋裕一, “コロナ禍における就職活動—2020 年度経営・経済調査実習報告書—,” 岩手県立大学総合政策学会 Working Papers Series, Vol. 150, pp. 1-52 (2021).
- [6] 堀有喜衣, “コロナ感染拡大が新規大卒就職に与えた影響,” 日本労働研究雑誌 (2021).
- [7] Me R AI 千葉商科大学就職支援ポータル. <https://cucmerai.jp/alliance/>. (2021/3/26 閲覧)
- [8] やまぐち就職支援マッチングシステム, 国立大学法人山口大学. http://www.yamaguchi-u.ac.jp/coc-plus/job_match.html. (2021/3/26 閲覧)
- [9] 寺西研二, “徳島大学における地域企業と学生のキャリアマッチング支援システム,” 電気学会誌, Vol. 141, No. 9, p. 591 (2021).
- [10] D. Riecken, “Introduction: personalized views of personalization,” *Communications of the ACM*, Vol. 43, No. 8, pp. 26-28 (2000).
- [11] 田村幸之介, 松原仁, “協調フィルタリングのデータ数による推薦適正,” 情報処理学会研究報告知能と複雑系 (ICS) 2008.61 (2008-ICS-152), pp. 9-16 (2008).
- [12] T. L. Saaty and L. G. Vargas, *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process* (International Series in Operations Research & Management Science, 175), Springer; 2nd ed. (2012).
- [13] T. L. Saaty, L. G. Vargas, *Decision Making with the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks* (International Series in Operations Research & Management Science, 195), Springer; 2nd ed. (2013).
- [14] 加藤豊, 小沢正典, OR の基礎 AHP から最適化まで, 実教出版 (1998).
- [15] 大場春佳, 水野信也, “ジョブカードと AHP を連携した就職マッチングの取り組み,” 日本経営工学会 2021 春季大会予稿集 pp. 236-237 (2021).
- [16] D. Ran and S. Pettie. “Linear-time approximation for maximum weight matching,” *Journal of the ACM (JACM)*, Vol. 61, No. 1 pp. 1-23 2014.
- [17] 但野友美, 大内東, 札幌市医師会, “「入退院サポートシステム」に対する最適マッチングの応用に関する考察,” 医療情報学, Vol. 29, No. 1, pp. 19-29 (2009).
- [18] 大場春佳, 奥野雅矢, 定塚政盛, 水野信也, “AHP と最大重みマッチング問題を連携した就職マッチングの取り組み,” 日本経営工学会 2021 年秋季大会予稿集, pp. 114-115 (2021).

Appendix

A.1 学生アンケート内容

	質問内容
(1)	社員数を重視する 1 重視しない (少なくとも良い) <----->重視する (多い方が良い) 9
(2)	静岡県内, または静岡県に近い企業を重視しますか? 1 重視しない (静岡県から遠くて良い) <----->重視する (静岡県内がよい) 9
(3)	転勤が少ない企業を重視する 1 重視しない (転勤が多い) <----->重視する (転勤が少ない) 9
(4)	初任給を重視する 1 重視しない (少なくとも良い) <----->重視する (多い方が良い) 9
(5)	年間休日を重視する 1 重視しない (少なくとも良い) <----->重視する (多い方が良い) 9
(6)	OB・OG の数を重視する 1 重視しない (少なくとも良い) <----->重視する (多い方が良い) 9
(7)	上場を重視する 1 重視しない (上場していなくても良い) <----->重視する (上場が良い) 9
(8)	情報系業種を重視する 1 重視しない (情報系業種でなくても良い) <----->重視する (情報系業種が良い) 9
(9)	機械系業種を重視する 1 重視しない (機械系業種でなくても良い) <----->重視する (機械系業種が良い) 9
(10)	電気系業種を重視する 1 重視しない (電気系業種でなくても良い) <----->重視する (電気系業種が良い) 9
(11)	化学系業種を重視する 1 重視しない (化学系業種でなくても良い) <----->重視する (化学系業種が良い) 9
(12)	建築系業種を重視する 1 重視しない (建築系業種でなくても良い) <----->重視する (建築系業種が良い) 5

Development of job searching matching algorithm using AHP and maximum-weight matching

Haruka Ohba^{†1}, Masaya Okuno^{‡2}, Masamori Jozuka^{‡2}, Shinya Mizuno^{†1}

Abstract: Online job fairs and interviews have become commonplace due to the spread of the new coronavirus and the promotion of digital transformation (DX). Universities have also begun to take steps to improve the quality of job search activities for students. Among them, efforts to connect students and companies as "matching" are increasing. Therefore, we decided to examine matching algorithms in job search and internship. As a typical example of a matching method, collaborative filtering is used, but it requires enough information to improve the accuracy of recommendation. However, since the data available in this research is limited and the number of data is not enough, we confirmed that the evaluation according to the hope is possible by using AHP. In addition, we verified the optimal allocation of limited resources, such as internship slots and job recommendation slots, by using maximum-weight matching. There were also confirmed that by reflecting the grades, students with good grades can be matched preferentially. This makes it possible to provide job search support and matching in line with the wishes of both students and companies.

Keywords: AHP, Two-way evaluation, maximum-weight matching, job matching

^{†1} Shizuoka Institute of Science and Technology
^{‡2} khronos Co., Ltd.