

計算機演習室でのプログラミング授業における 座席の属性と成績の関係

三浦 元喜† 杉原 太郎‡

概要

情報教育やプログラミング教育は、通常コンピュータが配備された教室で行われることが多い。しかし、そのような教室ではコンピュータやネットワーク設備を配置する影響で、学生1人あたりの占有面積が比較的大きい。そのため、通常の教室で行われる授業よりも、学生と教師との距離が離れやすい傾向にある。既存の研究で、階段教室をはじめとする大教室における学生の座席位置と成績の関連について調査されているが、コンピュータ教室における情報教育やプログラミング教育を対象とした調査はほとんど行われていなかった。そこで本研究では、情報教育やプログラミング教育を対象として、学生の座席位置と成績との関連について調査を行った。座席位置および授業開始からの遅延時間を分析したところ、教師からの距離、および画面との角度という要因は成績には直接影響しておらず、遅延時間を含む複合的な要因が影響していることが示唆された。

Relationship between Student Seat Profile and Achievement on Programming Course at Computer-equipped Classroom

Motoki Miura† Taro Sugihara‡

Abstract

Classrooms for computer-related courses are intrinsically larger than regular lecture rooms because of the existence of installed PCs as well as network and outlet facilities. Some of the previous studies have investigated the effect of students' seat location on their performance, particularly for large-sized classes. In this study we examined the effect of seat location in programming courses. We analyzed attendance records with seat location, delay caused by tardiness and student score with factors of distance and angle to face with a teacher. One-way ANOVA test and further pairwise comparison showed that the effect of 'distance' and 'angle' are not directly influenced in the scores, and complicated factors such as an entrance position and tardiness may affect the scores.

1 はじめに

情報教育のなかでも、特にプログラミング教育は、学生がコンピュータ(PC)を操作することで内容を確認したり、演習を伴いながら実施する講義が一般的に行われている。このような講義では学生はPCを操作する経験を通じて知識を獲得したり技能を向上させることができるため、PCは学習に対して重要な役割を果たしているといえる。しかしながら、講義・学習環境という観点では、PCは教室のレイアウトや配置可能な座席数に影響を与えている。最新型のPCは小型であり、ディスプレイも薄型になった

ことで、以前に比べると制約は少なくなったといえる。しかし、電源やネットワークのケーブル、キーボード、マウス等を配置するための領域が必要となるため、一般的な講義室や教室に比べて机のサイズを大きくせざるをえないのが現状である。加えて、整備できるPC教室の数や、教師の教にも限りがあるため、少人数のコースに分割することも難しい場合が多い。こうした状況があるため、情報教育、特にプログラミング教育は、比較的大きい教室で実施されることが多い。しかしながら、大きい教室になればなるほど、教師と学習者の距離が離れてしまうことで、教師への注意が払われにくくなり、教育効果が減少することが懸念される。

これまで大学の物理の授業などを対象に、大教室における座席位置や距離が成績に与える影響が報告されている。しかし、コンピュータが配備された教室で、プログラミング教育を対象とした調査はほとんど行われていないのが現状である。そこで本研究では、比較的大きいPC教室で実施されるプログラ

†九州工業大学 基礎科学研究系
Kyushu Institute of Technology
‡北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科
JAIST

ミング講義を対象に、座席属性（教師からの距離や方向）と成績との関連について調査を行った。

2 関連研究

プログラミング学習活動を ICT を活用して行う研究は、その関連性の高さから非常に活発に行われている。様々な CAI (Computer Assisted Instruction) システムや教材、講義管理システムや授業支援システムが研究される背景には、プログラミングに精通した教師がより良い授業をしたい、もっと効果的な学習を提供したいという動機がある [1]。しかしながら、物理的な学習環境とプログラミング教育の両方に焦点をあてた研究というのはほとんど行われていない。Lynch らは、IT 関連のコースを効果的に指導するためのスタジオ型の教室環境を提案している [2]。ここでいう「スタジオ」とは、学習者が定期的にグループ活動に参加でき、メンバやメンタと対話できる、比較的小規模でリラックスできるオープンな環境を想定しているため、本研究が対象とする大人数講義を対象としていない。Pomales-Garcia らは人間工学の知見に基づき、記述式の試験におけるカンニングを防止する教室の座席配置について詳細に検討している [3]。この研究では、一般的な格子状の机配置以外の斬新な座席レイアウトも含めて検討しており、“concentric rectangles”（同中心矩形）や“look-away”（背中合わせの座席を教室の壁に沿って配置していく方式）が、配置可能な座席数やアクセス性等の指標に関して、従来型の格子状配置と同程度の利点があることを示している。この研究は学習者が互いの机上の視認性を下げるといった制約下での検討を行っている点で本研究と異なっている。本研究では既存の配置によって生じる一般的な座席属性に関して、成績との影響を検討する。

学生の座席位置が異なると教師への注意だけでなく、講義資料の見え方や注意にも影響する。これに関連して Yamanoue らは、ビデオプロジェクトによる提示と学習者 PC 画面内への画面共有システムによる提示を比較する実験を行っている [4]。提示した文章を被験者が入力する実験を行ったところ、文章に含まれる文字数が 30 文字程度と少ない場合はビデオプロジェクトが有利であり、120 文字程度と多い場合は PC 内画面共有システムが有利である傾向が示された。この実験では短時間で集中的に行うタスクにおける認知的負荷について扱っているが、我々は複数回にわたる講義受講とその成績との関係を探る。

学生の座席位置に関するいくつかの先行研究 [5, 6, 7] について紹介する。Perkins らは、物理の講義の学生座席位置によって、学生の出席率、成績および態度について有意な差がでたことを報告している [7]。Benedict らは、大教室での経済学の講義について、教室の前のほうに座る学生ほど良い成績をとり、後ろのほうの席を好む学生ほど単位を落としたり低い成績をとることを確認している [6]。こうした明らかな影響を指摘する報告がある一方、影響がなかった

とする報告もある。Buckalew らは 200 人以上が参加する心理学の授業 9 科目について調査したが、座席位置と学生の成績の影響はみられなかったと報告している [5]。これらの研究は座席位置と成績のあいだに相関がある可能性を示唆するものであるが、その成立条件はまだ完全には明らかになっていないともいえる。また、PC 教室にて実施される、プログラミング講義における調査は行っていない。我々はこれを調査することによって、座席位置と成績の影響に関する知見を蓄積し、今後のプログラミング学習および学習環境に関する研究に寄与することを目的としている。

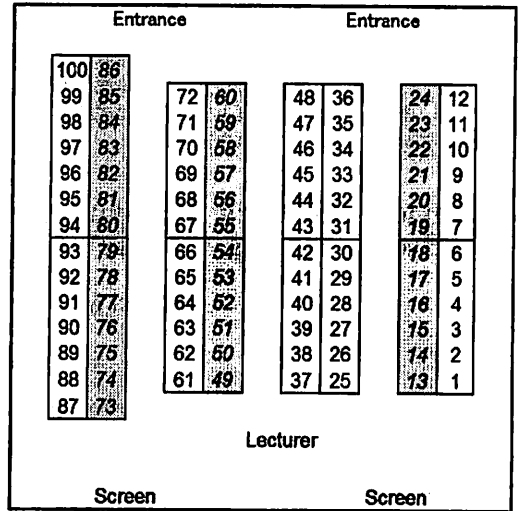


図 1: C-2G 演習室（定員 100 名）の座席配置

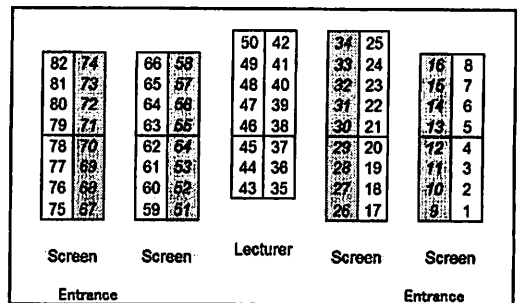


図 2: C-2B 演習室（定員 82 名）の座席配置

表 1: 対象講義の実施内容と成績

講義番号	講義内容	年度 学期	演習室	受講生数	成績の平均点	成績の標準偏差
9	Fortran	2009 後期	C-2G	82	78.5	13.1
11	C	2010 前期	C-2B	54	84.8	15.5
12	C	2010 前期	C-2B	82	84.3	18.5
13	C	2010 前期	C-2G	67	84.3	21.1
17	Fortran	2010 後期	C-2G	80	74.8	22.8
23	C	2011 前期	C-2G	77	79.3	20.9
24	C	2011 前期	C-2B	77	83.8	9.9
25	C	2011 前期	C-2B	56	88.6	9.1
30	Fortran	2011 後期	C-2G	63	82.7	14.5

3 手法

3.1 教室

我々が今回の研究で利用した2つの計算機演習室(C-2G, C-2B)の座席配置図を図1と図2に示す。C-2G教室の幅は15.6m, 奥行きは14.7mであり, 出入口は後方に2箇所ある。C-2B教室の幅は18.1m, 奥行きは11.0mであり, 出入口は前方に2箇所ある。どちらも教室内に段差はない。学生用のPCの台数は, C-2Gが100台, C-2Bが82台である。左右2つのPC(例えば100と86)は背中合わせで配置されており, 学生は向かいあう形で席につくが, 実際にはPCのディスプレイがあるため, 席についているあいだは直接顔を向かいあわせることはない。これらの計算機演習室では, 学生は基本的にPCのディスプレイ側, 教室の側面を向いて座ることになるため, スクリーンを確認するためには90度近く頭を回転させなければならない。教師と正対するには, 座席によってはさらに頭を回転させる必要がある。例えば, C-2G(図1)の73番の席は, スクリーンを確認するのは90度近くの回転でよいが, 教師と正対するには170度近い回転が必要になる。PCおよびディスプレイは盗難防止用のワイヤで固定されているため, 移動や回転は制限されている。C-2B教室は天井が低いため, 4つの比較的小さなプロジェクタ用スクリーンが設置されている。そのため, 後部座席からは細かい文字が読みづらい。

教師は計算機による演示を中心に授業をすすめるため, 教室前方の教師用計算機付近で説明をすることが多い。学生はスクリーンをみながら教師の話を聞いたり, 計算機を操作しながら授業を受ける。

3.2 講義

表1に, 本研究で分析対象とした講義の実施内容と成績情報を示す。すべての講義は大学2年生を対象に開講している科目である。Fortranと記した講義は, Fortranで数値計算を行っている。Cと記した講義は, C言語をつかってプログラミングの基礎を学ぶ講義である。成績はFortranの講義で中間試験30%, 期末試験30%, 演習40%, Cの講義で中間

試験30%, 期末試験40%, 演習30%の割合いで配点している。すべての講義は必修科目であるが, 対象者は情報系の学科ではなく, 工学部の学生である。そのため, かならずしもプログラミングに高い興味をもつ学生であるとは限らない。TAはついておらず, 教師1名のみで講義を担当している。

座席については, 教師がとくに指定せず, 毎回の講義で学生が自由に選択している。ただし中間試験および期末試験においては, 教師が座席を指定している。

3.3 座席情報の取得

毎回の講義の最初に, 学生は計算機の電源を入れてLinuxにログインしたのち, 出席コマンドを実行する。出席コマンドはコンソールから“shusseki”と入力することで起動する。出席コマンドはJava Web Startのプログラムを起動し, 学生が使用する計算機のIPアドレスと学生のアカウント名, および出席時刻を教師が管理する出席管理サーバに送信する。計算機のIPアドレスは固定で割り振られているため, 座席を一意に特定することができる。出席管理サーバは, 受信した情報をデータベースに蓄積する。学生はWebブラウザを用いて出席管理サーバにアクセスすると, 学生個人の出席記録を確認することができる。

学生には講義の最初に出席登録を行うことを推奨しているため, ほとんどの出席記録は有効である。しかし, 以下に述べる例外的な出席記録は分析から除外した。(1) 出席時刻が正規の授業開始時刻の30分前か, または60分以上経過していたとき, (2) 履修意志がほとんどなく, 講義終了時の点数が20点未満の受講生の記録, (3) 中間試験, 期末試験で座席指定したときの出席記録。

3.4 仮説

我々は学生の座席位置に関連する属性として, 教師からの「距離」と教師に対する「体の向き」に着目し, 以下の2つの仮説を設けた。

7.18	6.04	6.93	6.41	6.22	6.55	6.95	7.02
6.05	6.29	6.78	6.57	6.84	6.84	6.81	7.78
6.22	6.55	6.75	7.82	7.94	6.22	6.22	6.22
6.75	6.65	7.30	7.12	7.26	7.71	6.22	6.22
6.75	7.12	7.42	6.71	6.42	6.57	7.07	7.97
7.07	7.58	6.82	6.04	6.72	6.69	6.44	7.42
7.07	6.25	6.59	6.02	6.22	6.99	6.9	6.9
6.69	6.71	4.74	4.39	4.95	6.24	6.41	6.41
7.87	6.16	6.2	4.12	3.89	3.9	4.69	6.96
7.66	6.76	4.74	5.62	2.94	3.26	4.17	6.57
7.34	6.46	4.96	2.97	2.26	2.66	3.72	6.23
7.16	6.22	4.04	2.6	1.86	2.12	3.35	4.89
7.05	6.08						

64.7	117						
62.7	119	67.6	102	86.9	80.7	68	62.7
60.5		68.2		86.8	80		60.8
46.1		64.3	64	66.3	78.1	61	66.7
46.4		62.2		68	76.1		66.2
42.4		59.6	70.7	66.5	76.8	76	63.4
59.2		61.7	66.7	65	76.3	75	64.2
56.6		63.1	112	64.3	73.3	61	66.5
61.6		63.6	74.5	63.4	70.8	62	62.2
77.2		63.8	61	62.1	67.4	61	67.2
62.6		67.7	72.6	60.2	62.7	66	61.4
17.4		60.4	63.2	77.2	66.7	64	64.9
12.1		61.6	64.3	71.6	45	66	17.5
6.62							

図 3: C-2G 教室の座席距離 (左: m) と角度 (右: deg)

			7.6	7.75	6.47	6.54	
7.74	7.18	6.9	7.06	7.62	6.39	6.29	6.16
7.96	7.12	6.61	6.2	6.38	6.69	7.61	6.77
7.43	6.62	6.85	6.6	6.7	6.26	7.27	6.74
6.95	6.94	6.2	4.6	6.03	6.66	6.76	7.84
6.47	6.39	4.68	4.1	4.37	6.06	6.27	7.43
7.76	6.05	4.66	3.94	3.4	3.72	4.66	6.84
7.5	6.08	4.42	3.56	2.7	3.09	4.04	6.46
7.26	6.39	4.05	2.63		3.61	6.16	6.61

			69.9	78.6	62	53	
44.6	62.8	63.1	66	69.9	77.7	66.5	62
41.6	62.8	60.6	66	69.9	76.4	62.6	62
62.2	62.8	67.6	66	69.9	74.7	61	62
34.4	62.8	63.6	66	69.9	72.6	62	62
30.4	62.8	63.6	66	69.9	69.9	62	62
26.4	62.8	64.6	66	69.9	68.2	61	62
21.1	62.8	67.6	66	69.9	66.9	61	62
16.9	62.8	66.7	66	69.9	66.9	61	62

図 4: C-2B 教室の座席距離 (左: m) と角度 (右: deg)

- H1. 教師と学生の距離は成績に影響する。教師に近い席に座る学生は、離れた席に座る学生よりも、良い成績を納めやすい。理由としては、教員の行動や言動に注意を払いやすくなり、細かい指示を聞き逃しにくくなることが考えられる。
- H2. 学生が授業中、演習や作業を行うときの計算機の画面の向きから、教師に正対するまでに頭および体を回転させる量(角度)は成績に影響する。こちらの理由も前述の仮説と同様、注意を払いやすくなることと、説明を聞く体勢から演習ができる体勢に速やかに移行できることが考えられる。

なお、単純に教壇からの近さを列毎にまとめた「前方」「中央」「後方」によるカテゴリ化も検討したが、演習室の横幅が比較的広いことから、より正確性と一般性を高めるために、教師からの直線距離という指標を用いた。

上記の仮説を検証するため、我々はすべての有効な出席記録について、教室、座席、教師までの距離、教師を見るとき回転角度、受講者の成績、正規の授業開始時刻からの出席記録時刻の差分(遅延:秒)を含む表を作成した。そして、図3、図4左に示すように、座席を教師からの距離が(1)5m未満、(2)5m以上8m未満、(3)8m以上の3つの距離カテゴリに分類した。この3つに分類した理由は、最大の距離が12mであることと、各カテゴリに含まれる座席数がある程度均一になるように考慮したことによる。また、図3右および図4右に示すように、教師を見るとき角度について、(A)60度未満、(B)

60度以上120度未満、(C)120度以上の3つの角度カテゴリに分類した。これは最大の角度が180度であることから、幅を60度と設定した。これらの距離および角度は、教師が主に説明を行う位置を原点とし、各座席列の位置と各座席行の位置を実測したのち、各座席行の高さ(=学生1人分の机の幅)が70cmと固定であることから、学生の頭の位置を計算して求めたものである。

4 分析結果

最初に、距離と角度を要因とした二元配置の分散分析を実施した。C-2GにおいてもC-2Bにおいても点数・遅刻時間ともに交互作用があった。従って距離と角度は独立要因とは見なせないため、仮説2は支持されなかった。以降では、距離を主要因として分析を進めた。

表2と表3に、点数と遅刻時間を距離群別でカテゴリ化した記述統計量を示す。C-2Gにおいては、距離2および距離3を選択して座る学生が多く、C-2Bは距離2の位置で講義を受ける学生が多かった。また成績の平均値をみると、かならずしも距離が近いことが成績に有利に働いていない。特にC-2Bでは、仮説とまったく逆に、教師からの距離が離れるほど成績が良いという現象がおきている。演習室の種類によって、出入口の場所が異なることや、部屋の形状が異なることから、学生の行動要因を「距離」という尺度で一般的に検討することは難しいと判断し、今回は演習室毎に状況を考慮しながら分析を行うこととした。

表 2: 記述統計量 C-2G (太字は、平均点の最大値と、遅刻時間の最小値)

	度数	平均値	標準偏差	標準誤差	平均値の 95%信頼区間		最小値	最大値	
					下限	上限			
点数 (point)	距離 1	561	83.4	13.2	0.6	82.3	84.5	24	100
	距離 2	1896	84.6	11.3	0.3	84.1	85.1	24	100
	距離 3	1640	81.2	13.1	0.3	80.6	81.9	24	100
	合計	4097	83.1	12.4	0.2	82.7	83.5	24	100
遅刻時間 (sec)	距離 1	561	160.2	711.2	30.0	101.2	219.2	-1706	3497
	距離 2	1896	192.5	691.5	15.9	161.3	223.6	-1799	3558
	距離 3	1640	260.8	752.1	18.6	224.3	297.2	-1790	3600
	合計	4097	215.4	719.9	11.2	193.3	237.4	-1799	3600

表 3: 記述統計量 C-2B (太字は、平均点の最大値と、遅刻時間の最小値)

	度数	平均値	標準偏差	標準誤差	平均値の 95%信頼区間		最小値	最大値	
					下限	上限			
点数 (point)	距離 1	558	83.93	12.96	0.55	82.85	85.00	36	100
	距離 2	1610	86.70	10.78	0.27	86.17	87.23	53	100
	距離 3	846	87.60	9.01	0.31	86.99	88.21	60	100
	合計	3014	86.44	10.84	0.20	86.05	86.83	36	100
遅刻時間 (sec)	距離 1	558	78.23	473.50	20.04	38.86	117.60	-616	2982
	距離 2	1610	52.30	512.68	12.78	27.24	77.36	-889	3509
	距離 3	846	44.15	481.12	16.54	11.69	76.62	-662	2828
	合計	3014	54.81	496.85	9.05	37.07	72.56	-889	3509

4.1 C-2G の分析

C-2G の出席記録について、距離を要因とし、点数と遅刻時間をそれぞれ従属変数とした一元配置分散分析を実施した。分散分析表を表 4 に示す。分散分析の結果、点数 ($F(2, 4094) = 32.6, p < 0.05$) および遅刻時間 ($F(2, 4094) = 5.88, p < 0.05$) の両方に主効果が認められたため、Scheffe 法による多重比較を実施した。その結果、点数については、距離 1 (5m 未満) と距離 3 (8m 超) の間、および距離 2 (5m 以上 8m 以下) と距離 3 (8m 超) の間で有意水準 5% で有意差が認められた。遅刻時間についても同様に、距離 1 と距離 3、距離 2 と距離 3 で有意な差があった。

4.2 C-2B の分析

C-2B の出席記録に対しても一元配置分散分析を実施した。要因は距離とし、点数と遅刻時間を従属変数とした。分散分析の結果、点数に対しては距離の主効果が認められた ($F(2, 3011) = 20.6, p < 0.05$) が、遅刻時間には認められなかった ($F(2, 3011) = 0.835, n.s.$)。Scheffe 法による多重比較の結果、距離 1 と距離 2、距離 1 と距離 3 の間が 5% で有意であった。分散分析表を表 5 に示す。

4.3 考察

C-2G に関しては、表 2 にある記述統計量でみる限り、距離が離れることで成績が低下する傾向が一

部みられたが、C-2B に関しては、表 3 に示したように、距離が離れるほど成績が良いという結果になり、前述したように予期していた仮説とは全く逆の結果となった。C-2B に関しては、前方に出入口があるため、遅刻した学生が前のほうの空いている席に座ることが多い。そのため、結果として説明を十分に聞いておらず、理解に乏しい学生が前のほうの席に頻繁に座っていたことで、今回のような結果になったのではないかと推測される。

C-2G に関しても、遅れて来た学生は入口付近 (後方) に座ることが多いため、距離 1 と距離 3 のあいだ、および距離 2 と距離 3 のあいだで有意差がでたという解釈も可能である。そのため、距離 1 と距離 2 のあいだで有意差がでていないことを含めると、距離による影響だけをとりあげて、成績との関係を議論することは難しく、むしろ授業に遅れた時間のほうが影響している可能性がある。

5 まとめと今後の課題

高等教育機関における計算機が配備されたコンピュータ教室の整備率は年々高まっている。しかしながら、そうした教室では多数の計算機の運用のしやすさは重視しているが、本来重視すべき、学習者の視点でみた教室の使いやすさや効果はあまり注目されていない。本研究では、多人数対応型の計算機教室に備わる本質的な問題として、一人ひとりの机の大きさに起因する、教師との距離や角度に着目し、プログラミング教育に与える影響を調査した。結果と

表 4: 分散分析表 C-2G (* は 5%水準で有意)

		平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
点数	グループ間	9884.15	2.00	4942.07	32.60	0.00*
	グループ内	620719.95	4094.00	151.62		
	合計	630604.10	4096.00			
遅刻時間	グループ間	6080316.56	2.00	3040158.28	5.88	0.00*
	グループ内	2116478567.42	4094.00	516970.83		
	合計	2122558883.99	4096.00			

表 5: 分散分析表 C-2B (* は 5%水準で有意)

		平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
点数	グループ間	4769.75	2	2384.87	20.57	0.00*
	グループ内	349102.64	3011	115.94		
	合計	353872.39	3013			
遅刻時間	グループ間	412346.09	2	206173.04	0.84	0.43
	グループ内	743387173.00	3011	246890.46		
	合計	743799519.09	3013			

して、先行研究にあるような距離による直接的な影響は確認できなかった。

本研究で対象とした講義では、学生が自由に座席を選択していたため、学生の学習意欲やその日の体調、履修に対する考えなど、個人に起因する影響も大きいと考えられる。しかしながら、先行研究で学習者を GPA が均一になるようにグループ分けし、指定する座席を途中で反転したところ、出席率や質問回数に大きな影響があったとする報告 [7] もあることから、座席によって意欲や態度が影響を受け、その結果が成績につながるという解釈も一概には軽視できない。そこで、個人に起因する影響を考慮し、学生による自由選択を排した、統制された座席配置での実験も行っていく予定である。我々はこうした研究の進展により、学習者にとってより効果的な学習環境の設計・構築につながることを期待している。

謝辞

本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金（課題番号 22650204）の支援によるものです。

参考文献

- [1] Guido Rößling, Mike Joy, Andrés Moreno, Atanas Radenski, Lauri Malmi, Andreas Kernen, Thomas Naps, Rockford J. Ross, Michael Clancy, Ari Korhonen, Rainer Oechsle, and J. Ángel Velázquez Iturbide. Enhancing learning management systems to better support computer science education. *SIGCSE Bull.*, 40:142–166, November 2008.
- [2] Kathy Lynch, Angela Carbone, David Arnott, and Peter Jamieson. A studio-based approach to teaching information technology. In *Proceedings of the Seventh world conference on computers in education conference on Computers in education: Australian topics - Volume 8*, CR-PIT '02, pages 75–79, Darlinghurst, Australia, Australia, 2002. Australian Computer Society, Inc.
- [3] Cristina Pomales-Garcia, Hector J. Carlo, Tanya M. Ramos-Ortiz, Iza M. Figueroa-Santiago, and Sharlyn Garcia-Ortiz. Non-traditional exam seat arrangements. *Computers & Industrial Engineering*, 57(1):188 – 195, 2009. Collaborative e-Work Networks in Industrial Engineering.
- [4] Takashi Yamanoue, Koichi Shimozono, and Kentaro Oda. Comparing a Video Projector and an Inter-PC Screen Broadcasting System in a Computer Laboratory. In *Proceedings of the 38th annual ACM SIGUCCS conference on User services*, pages 229–233, October 2010.
- [5] L. W. Buckalew, Jerry D. Daly, and K. E. Coffield. Relationship of initial class attendance and seating location to academic performance in psychology classes. *Bulletin of the Psychological Society*, 24(1):63–64, January 1986.
- [6] Mary Ellen Benedict and John Hoag. Seating location in large lectures: Are seating preferences or location related to course performance? *The Journal of Economic Education*, 35(3):215–231, 2004.
- [7] Katherine K. Perkins and Carl E. Wieman. The surprising impact of seat location on student performance. *The Physics Teacher*, 43:30–33, January 2005.