



TYPES OF HANDWRITING SAMPLES

Szymon MATUSZEWSKI

Department of Criminalistics, Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland

Abstract

A forensically oriented typology of handwriting samples is proposed. Six basic types (natural, disguised, simulated, traced, unintentionally unnatural and mixed) and several subtypes of samples are recognized. Types of samples are distinguished according to types of variations present in a sample. The benefits and limitations of the resultant classification system are also discussed and the forensic literature concerning particular types of samples is briefly reviewed.

Key words

Criminalistics; Questioned documents; Natural handwriting; Disguise; Simulation; Tracing.

Received 15 March 2011; accepted 29 July 2011

1. Introduction

Samples of handwriting (including signatures) still constitute the majority in the case load of a typical examiner of questioned documents. Surprisingly, no reference book on questioned document examination [e.g. 7, 11, 12] contains any basic typology of handwriting samples or resultant classification system. Although some types of samples are recognized in questioned document literature, such as disguised or traced samples, no explicit typology is offered. Consequently, here I propose a basic typology of handwriting samples, in which types of samples are distinguished according to types of variations present in a sample. The recognition of basic types of samples is a necessary first step towards the construction of a classification system that is useful in the initial categorization of handwriting samples. Such a system would be quite practical in forensic examinations of documents for at least two reasons. Firstly, it would guide the collection of writing standards by specifying which standards are adequate in a given case. Secondly, it would facilitate

the interpretation of results in comparative analyses of handwriting by reducing the number of hypotheses needing consideration. This paper discusses the prospects of creating a classification system for handwriting samples and its limitations and also reviews the forensic literature referring to particular types of samples.

2. Handwriting sample

A handwriting sample may be conceptualized as a collection of graphic characteristics. Graphic characteristics may be divided into habits and variations, depending on their nature (Figure 1). A handwriting habit is a characteristic which clearly has the highest frequency of occurrence in natural samples of a particular person – as compared to frequencies of other characteristics, which together form a given handwriting variable (feature). A handwriting variation is any characteristic which occurs in samples of a given person and is not a habit.

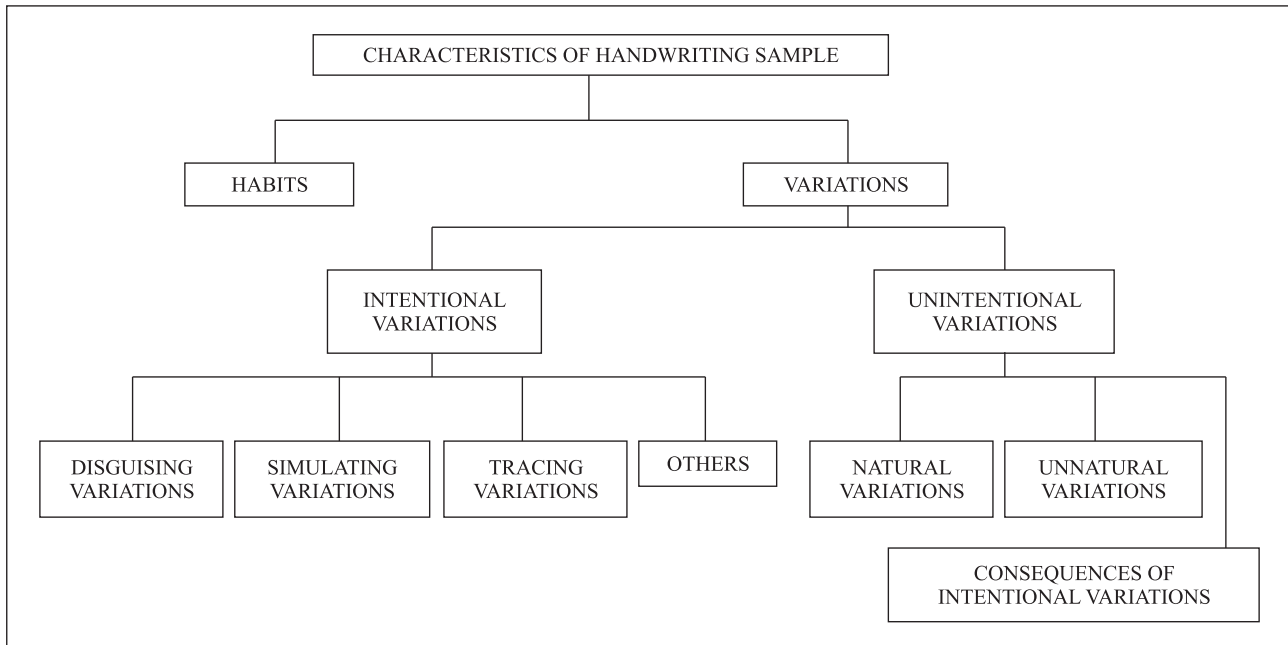


Fig. 1. Characteristics of a handwriting sample.

3. Handwriting variations

Handwriting variations may be intentional or unintentional (Figure 1). Intentional variations are deliberately incorporated into the sample, whereas unintentional variations are unplanned and result from the writing circumstances.

From the forensic perspective, disguising, simulating and tracing variations are the most important kinds of intentional variations (Figure 1). Disguising variations are incorporated into the sample with the purpose of removing the writer's particular habits. Simulating variations are incorporated into the sample with the purpose of reproducing particular elements of a model sample. Tracing variations are incorporated into the sample with the purpose of copying particular elements of a model sample.

There are three types of unintentional variations: natural variations, unnatural variations and consequences of intentional variations (Figure 1). Natural variations stem from the writing itself, whereas unnatural variations result from unnatural conditions of writing. Writing conditions are unnatural when they deviate significantly from conditions in which we learn to write. In turn, consequences of intentional variations are those variations which are not intended by the writer, but which appear in the sample as a result of the introduction of intentional variations.

4. Types of handwriting samples

One may divide handwriting samples into six basic types, according to variations present in a sample: natural, disguised, simulated, traced, unintentionally unnatural and mixed samples (Figure 2).

4.1. Natural sample

A natural sample contains only habits and natural variations. Variables in handwriting differ in terms of the frequency of natural variations (or the level of natural variation as in the case of ratio variables) [20, 21, 22, 24, 25, 30, 31, 34]. Apart from differences between variables, large differences between writers have regularly been found [20, 21, 22, 24, 25]. Moreover, comparison of results obtained for full signatures and initials suggests that there are substantial differences between particular types of signatures [21, 24, 30, 31, 34]. Despite this complexity, some general patterns are apparent.

Firstly, it was demonstrated in the case of signatures that constructional variables at a word or letter level have a clearly lower frequency of natural variations than constructional variables at a stroke level [22]. Similar results were found by Eldridge et al. [6] in handwriting studies. The same pattern seems to be valid for dimensional variables [21]. Interestingly, this pattern may be reversed in the case of topographical

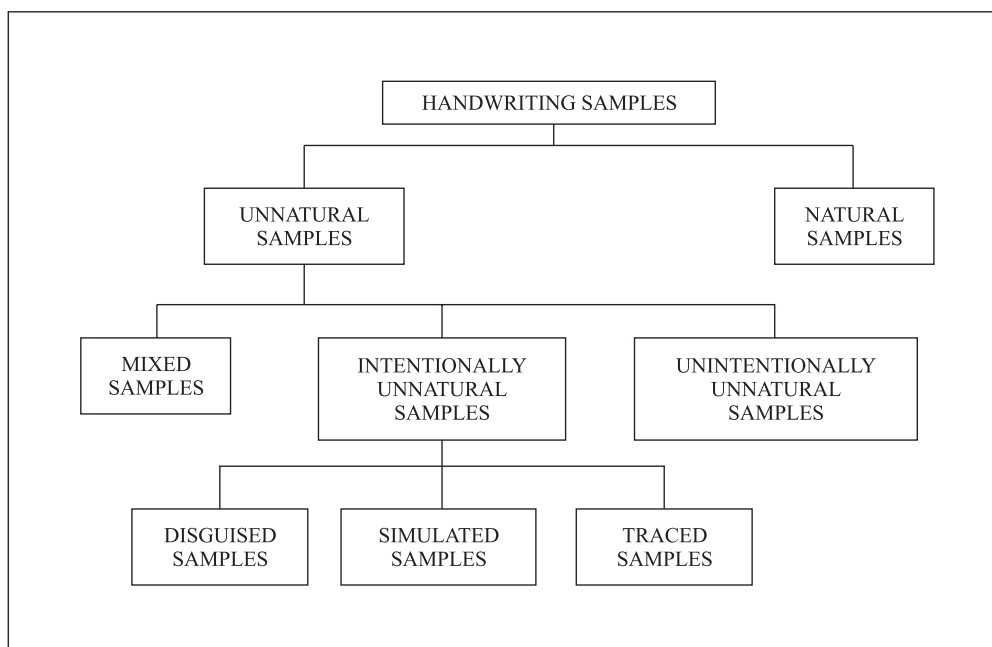


Fig. 2. Types of handwriting samples.

variables, as variables at a word level were found to have higher frequency of natural variations than variables at a letter or stroke level [22, 25]. Secondly, it seems that vertical dimensions are less variable than horizontal dimensions and that absolute dimensions are less variable than proportions (ratios), as was found by Maciaszek [21] for initials. Thirdly, studies on natural variation in dimensional variables revealed that distribution of variations in the case of the vast majority of variables and writers is not normal but asymmetrical, positively skewed [21, 24]. Accordingly, in the case of most dimensional variables, natural samples may deviate significantly from an average value for a given writer. However, these large deviations will usually be above an average value. Fourthly, natural variations may be clustered with other natural variations. In signature studies, clusters of natural variations in constructional variables of the same letter were regularly found [23]. Clusters of variations were also found in the case of tendencies of the baseline and covering line in a signature [25, Maciaszek, personal communication], length of components in a full signature [24], length and height of a signature [8, 21], height of supralinear and linear letters in a full signature [30], and width and height of a loop in initials [21]. These results imply general principles which govern clustering of variations in natural samples. Firstly, it seems that clusters usually consist of variations in the same handwriting element (e.g. the same stroke, letter or word).

Consequently, variations in different elements at the same level (e.g. different strokes or different letters) may be treated as independent [23]. Secondly, results found for full signatures suggest that variations in variables at a high level (a letter level or higher) may induce variations in variables at a lower level in the same handwriting element [23].

4.2. Disguised sample

A disguised sample contains disguising variations and unintentional consequences of disguising variations. These samples usually contain habits and natural variations as well. Disguising variations result from an intent to remove habits which individualize the sample. In most cases this removal is accomplished by a replacement of habits with non-habits (i.e. disguising variations). Only in the case of those habits which are not necessary for recognition of a handwriting element (e.g. embellishments) can the disguise be achieved by simply removing a habit without incorporation of a non-habit.

Studies on disguise revealed that disguising variations are usually present in those variables which are the most conspicuous and easy to manipulate, as in the example of the design of capitals, slant or dimensions of writing [1, 5, 9, 10, 15, 16, 17, 26, 27, 33 review in 12]. As a rule an incorporation of a variation results in an unintentional change of other variables, as was

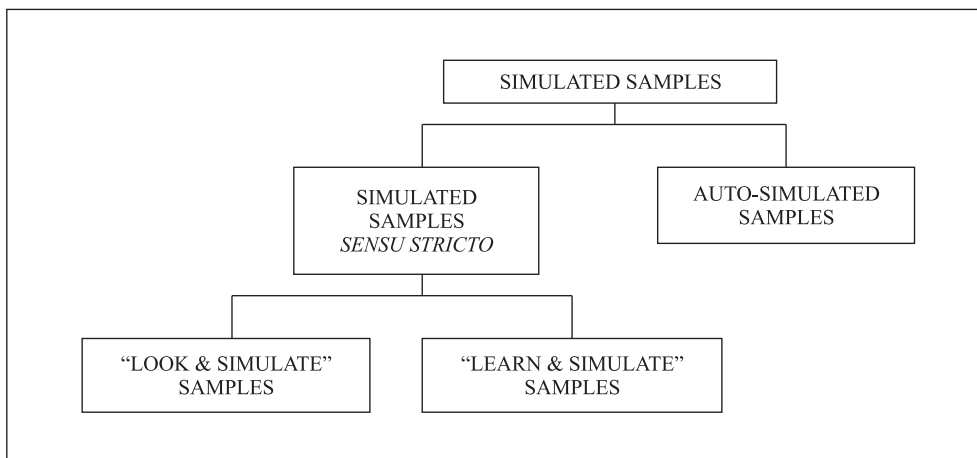


Fig. 3. Subtypes of simulated samples.

demonstrated by Regent [32] and Jamieson [14] for intentional changes in slant. Accordingly, even in the case of those writers who intentionally change only a few habits, the disguised sample may include numerous variations, many of which are unintentional consequences of disguising variations. It was found that most disguised samples contain variations in 2 to 7 variables [17, 27]. However, in experiments with Chinese handwriting there were samples in which changes occurred in as many as 18 variables [17]. Interestingly, when multiple samples – drawn up at different times – were disguised, the same habits were changed [5].

Because it is difficult to disguise habits in the whole sample, usually only some of its elements contain disguising variations. Consequently, within those elements which are not disguised natural variations may appear. However, the number of natural variations present in a typical disguised sample is lower than in a natural sample. Similarly, the number of habits in disguised samples is lower than in natural samples. Moreover, in the case of samples which consist of a few strokes (e.g. simple initials) it is possible that a sample will contain no habits and no natural variations.

4.3. Simulated sample

A simulated sample contains simulating variations and unintentional consequences of simulating variations. Simulated samples usually also contain habits and natural variations. Simulating variations result from an intent to reproduce elements of a model sample. Simulation may be accomplished with concurrent observation of the model (“look & simulate” samples) or without concurrent observation of the model (“learn

& simulate” samples). Usually, the model sample does not originate from the imitator. However, in experiments on disguise, a few writers were found to have simulated their own signatures [10, 26]. These samples were originally categorized as disguised [10, 26]. However, due to the nature of the writing process – a simulation in this case – they should be treated as simulated samples and not disguised samples. In the case of these auto-simulations [28] (also termed as auto-forgeries [12]) the model is not a real sample, but rather a memory representation of a sample. Accordingly, it is a third subtype of simulated samples (Figure 3).

Studies on simulation *sensu stricto* have revealed that most writers simulate “eye-catching” variables, for example design of letters or slant of handwriting, at the same time neglecting more subtle variables [2, 10, 18]. Subtypes of simulated samples differ in variables in which simulating variations are present. In the case of “look & simulate” samples, imitators more accurately reproduce the overall appearance of the model as compared to “learn & simulate” samples. Accordingly, the former contain much more simulating variations in constructional variables than the latter. Both subtypes also differ in the quantity of unintentional consequences of simulating variations. “Look & simulate” samples contain many more such variations (usually in motor variables) than “learn & simulate” samples. As for the auto-simulated samples, it seems that they are more similar to “look & simulate” samples, as they also contain many unintentional variations resulting from the process of auto-simulation. However, the auto-simulated samples usually perfectly “reproduce” both the conspicuous and subtle characteristics of a model, which is the most important difference

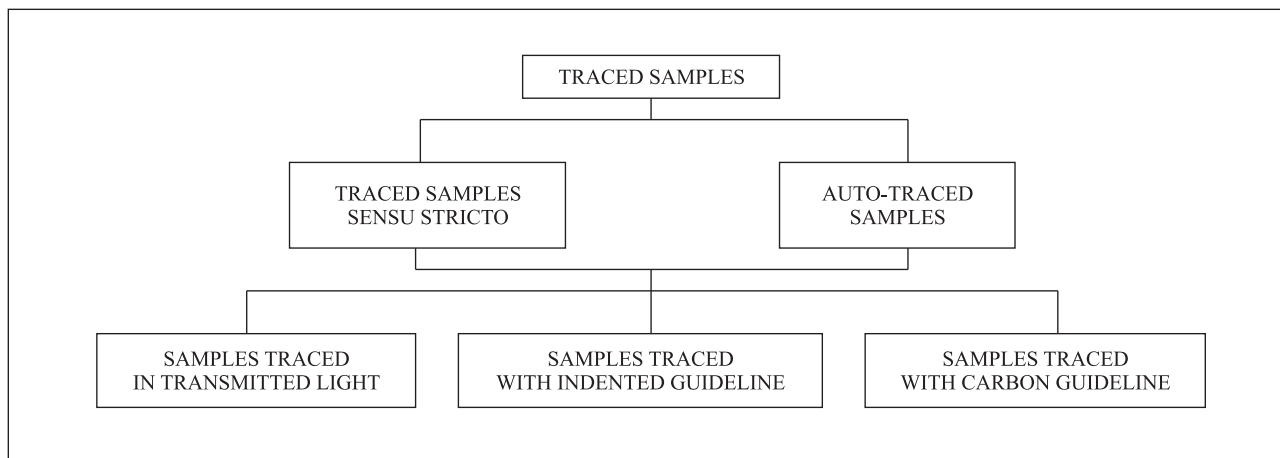


Fig. 4. Subtypes of traced samples.

between these samples and simulated samples *sensu stricto*. Moreover, there are substantial differences between imitators, as was demonstrated by Dewhurst et al. [4], who found that in the case of signatures simulated by expert penmen, about four times more incorrect opinions were issued by document experts than in the case of samples simulated by lay people. The better quality of samples simulated by calligraphers resulted supposedly from the fact that these writers reproduced many more variables than lay people.

As a rule, simulated samples contain far fewer habits and natural variations than natural samples. Moreover, some samples, such as simple “look & simulate” signatures, may contain no habits and no natural variations. For these reasons it is frequently impossible, particularly in the case of “look & simulate” samples, to individualize such samples [11, 29].

4.4. Traced sample

A traced sample contains tracing variations and unintentional consequences of tracing variations. Traced samples may also contain habits and natural variations, however usually far fewer than in the case of all the other types of samples. For this reason, traced samples cannot usually be individualized. Similarly to simulating variations, tracing variations result from an intent to reproduce elements of a model sample. This reproduction is accomplished by following (tracing) some kind of a physical guideline, which differentiates tracing variations from other types of variations. Tracing may be realized in several ways [7, 11, 12]. Accordingly, several subtypes of traced samples may be distinguished (Figure 4).

Studies on tracing have revealed that, irrespective of the technique used, tracing variations are present in constructional, measurable and topographical variables, whereas their unintentional consequences are usually present in motor variables [10, 19]. Some quantitative differences may exist between samples traced using different techniques as well as between samples traced by different writers.

4.5. Unintentionally unnatural sample

An unintentionally unnatural sample contains unnatural variations. Usually it also contains habits and less frequently natural variations. The latter are present in those instances when a given unnatural condition affects writing only at some moments during creation of the sample. Moreover, these samples may contain intentional consequences of unnatural variations. Such variations are introduced into the sample when the writer – aware of unnatural conditions (or resulting variations in the sample) – adapts his/her writing to those conditions.

Unnatural variations may result from many different factors (Figure 5). Some of them stem from the writer (endogenous factors), whereas others stem from the writing circumstances (exogenous factors). Studies revealing associations between particular factors and variables in handwriting were extensively reviewed by Huber and Headrick [12].

4.6. Mixed sample

A mixed sample contains intentional variations, their unintentional consequences and unnatural variations. It may also contain habits, natural variations

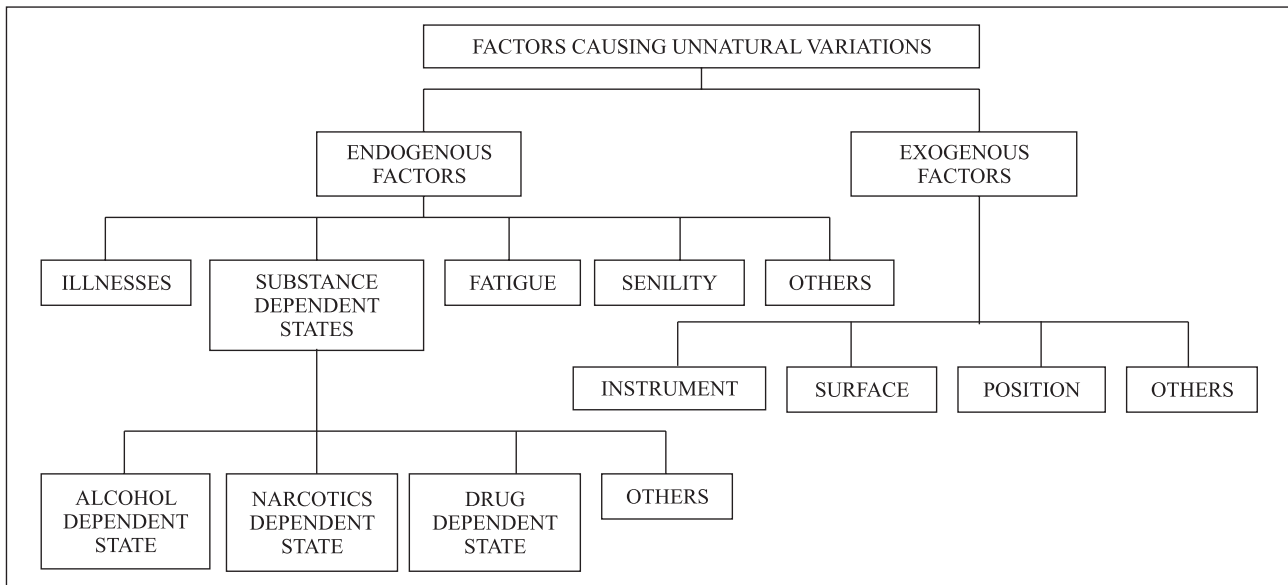


Fig. 5. Factors causing unnatural variations in handwriting samples.

and intentional consequences of unnatural variations. Major subtypes of mixed samples are ones which have been disguised, traced or simulated and concurrently influenced by some unnatural condition of writing.

5. Classifying handwriting samples

Classification is placing objects into classes of objects with certain common features [13]. When classifying an object (in this case a handwriting sample), one places it into one of a number of pre-specified categories (in this case types of handwriting samples), by analyzing classifying variables (in this case variables in handwriting that are useful for differentiating between types of samples).

Unfortunately, controlled studies on variables that are potentially useful in classifying handwriting samples are virtually nonexistent [but see 28]. Some inferences may be drawn from papers devoted to particular types of samples [e.g. 10, 17, 19, 26]; however they give no basis for evaluating the extent to which particular variables are useful in classification of samples.

Evidently, motor variables are the most useful. They differentiate natural samples from other types of samples (Table I). Natural samples have a smooth writing line, no pen stops/lifts within strokes, variable shading and tapered terminal strokes. This set of characteristics may be used to successfully classify a sample as natural in the vast majority of cases. Probably, the clear differences in motor variables between natu-

ral and unnatural samples result in a very high level of success achieved by forensic handwriting experts in differentiating between natural and disguised/simulated samples, as has recently been demonstrated by Bird et al. [3]. Moreover, motor variables seem to be suitable for distinguishing traced samples from other types of samples (Table I). Traced samples are written with uniformly intense conscious control of the writing instrument, which results in an erratic writing line (heavy, “measured” strokes), pen stops/lifts within strokes, constant shading and blunt endings of terminal strokes. Motor variables may also be useful in differentiating between intentionally and unintentionally unnatural samples (Table I). As for other handwriting variables, the level of within sample variation in particular dimensions or letter designs may be useful for distinguishing disguised samples from other types of samples (Table I).

It seems that no single variable may suffice to classify a handwriting sample according to the type of sample. Hence, only sets of variables may give satisfactorily accurate classification results, as in the case of natural or traced samples. Future studies should focus on sets of characteristics that are potentially specific for particular types of samples. Moreover, some borderline samples may be particularly difficult to classify. A clear example is a short disguised sample, in which only 1–2 habits were disguised. Such samples may contain no signs of conscious control over the writing instrument and are thus indistinguishable from natural samples. Other examples are short “learn

TABLE I. POTENTIALLY USEFUL VARIABLES IN CLASSIFYING HANDWRITING SAMPLES

Group of variables	Variables	Characteristics	Samples with regular incidence of the given characteristic
Motor variables	Quality of writing line	Smooth	Natural
		With local irregularities	Disguised; “learn & simulate”
		Erratic	Traced; auto-simulated; “look & simulate”; unintentionally unnatural
	Continuity of writing line within strokes	Present (no pen stops/lifts)	Natural; disguised; “learn & simulate”; auto-simulated; unintentionally unnatural
		Absent (presence of pen stops/lifts)	Traced; “look & simulate”
	Consistency of shading within a sample	Constant	Traced; “look & simulate”; auto-simulated
Variable		Natural; disguised; “learn & simulate”; unintentionally unnatural	
Taper in terminal strokes	Present (flying finishes)	Natural; disguised	
	Absent (blunt endings)	Traced; “look & simulate”; auto-simulated	
Dimensional variables	Level of within sample variation in particular dimensions	Normal (uniformity of dimensions)	Natural; traced; simulated
		Greater than normal (no uniformity of dimensions)	Disguised
Constructional variables	Level of within sample variation in construction of particular letters	Normal (uniformity of letter designs)	Natural; traced; simulated; unintentionally unnatural
		Greater than normal (no uniformity of letter designs)	Disguised

& simulate” samples with very few simulating variations. Again serious problems may arise when classifying such samples, as they may be indistinguishable from natural or disguised samples.

References

1. Alford E. F., Disguised handwriting. A statistical survey of how handwriting is most frequently disguised, *Journal of Forensic Sciences* 1970, 15, 476–488.
2. Al-Musa Alkahtani A., Platt A. W. G., A statistical study of the relative difficulty of freehand simulation of form, proportion and line quality in Arabic signatures, *Science and Justice* 2010, 50, 72–76.
3. Bird C., Found B., Ballantyne K. [et al.], Forensic handwriting examiners’ opinions on the process of production of disguised and simulated signatures, *Forensic Science International* 2010, 195, 103–107.
4. Dewhurst T., Found B., Rogers D., Are expert penmen better than lay people at producing simulations of a model signature?, *Forensic Science International* 2008, 180, 50–53.
5. Durina M. E., Disguised signatures: random or repetitive?, *Journal of the American Society of Questioned Document Examiners* 2005, 8, 9–16.
6. Eldridge M. A., Nimmo-Smith I., Wing A. M., [et al.], The variability of selected features in cursive handwriting: categorical measures, *Journal of the Forensic Science Society* 1984, 24, 179–219.
7. Ellen D., The scientific examinations of documents. Methods and techniques, Taylor & Francis, London 1997.
8. Evett I. W., Totty R. N., A study of the variation in the dimensions of genuine signatures, *Journal of the Forensic Science Society* 1985, 25, 207–215.
9. Harris J. J., Disguised handwriting, *Journal of Criminal Law, Criminology and Police Science* 1953, 43, 685–689.
10. Herkt A., Signature disguise or signature forgery?, *Journal of the Forensic Science Society* 1986, 26, 257–266.
11. Hilton O., Scientific examinations of questioned documents, CRC Press, Boca Raton 1993.
12. Huber R. A., Headrick A. M., Handwriting identification: facts and fundamentals, CRC Press, New York 1999.
13. Inman K., Rudin N., Principles and practice of criminalistics. The profession of forensic science, CRC Press, Boca Raton 2001.

14. Jamieson J. A., Effects of slope change on handwriting, *The Canadian Society of Forensic Science Journal* 1983, 16, 117–122.
15. Konstantinidis S., Disguised handwriting, *Journal of the Forensic Science Society* 19087, 27, 383–392.
16. Kubiś B., Investigation on handwriting disguise, *Problems of Forensic Sciences* 1991, 24/25, 92–99.
17. Leung S. C., Chung M. W. L., Tsui C. K. [et al.], A comparative approach to the examination of Chinese handwriting Part 3 – disguise, *Journal of the Forensic Science Society* 1988, 28, 149–165.
18. Leung S. C., Cheng Y. S., Fung H. T. [et al.], Forgery I – simulation, *Journal of Forensic Sciences* 1993, 38, 402–412.
19. Leung S. C., Fung H. T., Cheng Y. S., [et al.], Forgery II – tracing, *Journal of Forensic Sciences* 1993, 38, 413–424.
20. Maciaszek J., Naturalna zmienność nachylenia parafy [referat wygłoszony na XIV Wrocławskim Sympozjum Badań Pisma, 16–18 czerwca 2010, Wrocław].
21. Maciaszek J., Natural variation in measurable features of initials, *Problems of Forensic Sciences* 2011, 85, 25–39.
22. Matuszewski S., Natural variation in selected constructional features of female signatures, *Problems of Forensic Sciences* 2004, 57, 24–43.
23. Matuszewski S., Co-occurrence of natural variants of constructional features in female signatures, *Problems of Forensic Sciences* 2004, 60, 78–103.
24. Matuszewski S., Maciaszek J., Natural variation in length of signature components, *Problems of Forensic Sciences* 2008, 74, 182–189.
25. Matuszewski S., Maciaszek J., Naturalna zmienność wybranych cech topograficznych podpisów, [w:] Kryminalistyka i nauki penalne wobec przestępczości. Księga pamiątkowa dedykowana Profesorowi Mirosławowi Owocowi, KołECKI H. [red.], Wydawnictwo Poznańskie, Poznań 2008.
26. Michel L., Disguised signatures, *Journal of the Forensic Science Society* 1978, 18, 25–29.
27. Mohammed L. A., Signature disguise in Trinidad and Tobago, *Journal of the Forensic Science Society* 1993, 33, 21–24.
28. Mohammed L. A., Found B., Caligiuri M. [et al.], The dynamic character of disguise behavior for text-based, mixed, and stylized signatures, *Journal of Forensic Sciences* 2011, 56, 136–141.
29. Muehlberger R. J., Identifying simulations: practical considerations, *Journal of Forensic Sciences* 1990, 35, 368–374.
30. Pałaszynski T., Naturalna zmienność wybranych cech mierzalnych podpisów [niepublikowana praca magisterska, Wydział Prawa i Administracji, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Poznań 2010].
31. Podyma K., Naturalna zmienność cech mierzalnych podpisów starczych [niepublikowana praca licencjacka, Wydział Prawa i Administracji, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Poznań 2009].
32. Regent J., Changing slant: is it the only change?, *Journal of Forensic Sciences* 1977, 22, 216–221.
33. Wendt G. W., Statistical observations of disguised signatures, *Journal of the American Society of Questioned Document Examiners* 2000, 3, 19–27.
34. Widła T., Względna stabilność grafizmu, [w:] Problematyka dowodu z ekspertyzy dokumentów, Kegel Z. [red.], Katedra Kryminalistyki Wydziału Prawa, Administracji i Ekonomii Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2002.

Corresponding author

Dr Szymon Matuszewski
Katedra Kryminalistyki
Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza
ul. Święty Marcin 90
PL 61-809 Poznań
e-mail: szymmat@amu.edu.pl

TYPY PRÓB PISMA RĘCZNEGO

1. Wprowadzenie

Próby pisma ręcznego (w tym podpisy) to nadal najczęściej badane obiekty w ramach ekspertyzy dokumentów. Z zaskoczeniem należy więc przyjąć brak w monografiach przedmiotu [np. 7, 11, 12] jakiegokolwiek typologii bądź systemu ich klasyfikowania. Wprawdzie pewne typy są w literaturze konsekwentnie wyodrębniane, jak próby maskowane oraz kopiowane, jednak dotychczas nie zaproponowano żadnej typologii. Mając to na uwadze, w pracy tej proponuję podstawową typologię, w której typy prób pisma ręcznego wyodrębniane są według kryterium rodzaju zmian obecnych w próbie. Rozpoznanie podstawowych typów prób jest konieczne do utworzenia systemu ich klasyfikowania. System taki mógłby być użyteczny w kryminalistycznych badaniach dokumentów przynajmniej z dwóch powodów. Po pierwsze, jego stosowanie ukierunkowywałoby zbiór materiału porównawczego poprzez wskazanie, które próby pisma należy uznać za adekwatne w danej sprawie. Po drugie, system taki ułatwiałby interpretację wyników badań porównawczych dzięki redukowaniu liczby hipotez wymagających rozważenia. W artykule omówiono perspektywy stworzenia takiego systemu oraz jego przypuszczalne ograniczenia; dokonano również przeglądu literatury kryminalistycznej poświęconej poszczególnym typom prób pisma ręcznego.

2. Próba pisma ręcznego

Próbę pisma ręcznego można określić jako zbiór właściwości graficznych. Właściwości graficzne można podzielić, według ich natury, na nawyki i zmiany (rycina 1). Nawyk pisarski to taka właściwość, która ma wyraźnie najwyższą częstość występowania w próbach naturalnych konkretnego wykonawcy w porównaniu z częstościami innych właściwości, które razem tworzą zmienną (cechę) graficzną. Zmiana pisma ręcznego to natomiast każda właściwość, która występuje w próbach pisma danej osoby, a nie jest nawykiem.

3. Zmiany pisma ręcznego

Zmiany pisma ręcznego mogą być zamierzone albo niezamierzone (rycina 1). Zmiany zamierzone to zmiany wprowadzone rozmyślnie do próby, natomiast zmiany niezamierzone to zmiany nieplanowane, wynikające z okoliczności pisania.

Dla kryminalistyki najważniejszymi rodzajami zmian zamierzonych są zmiany maskujące, naśladowujące oraz ko-

piujące (rycina 1). Zmiany maskujące to zmiany wprowadzone do próby w zamiarze usunięcia z niej określonych nawyków. Zmiany naśladowujące to zmiany wprowadzone do próby w zamiarze odzwierciedlenia określonych elementów próby modelowej. Natomiast zmiany kopiujące to zmiany wprowadzone do próby w zamiarze skopiowania określonych elementów próby modelowej.

Istnieją trzy rodzaje zmian niezamierzonych: zmiany naturalne, zmiany nienaturalne oraz następstwa zmian zamierzonych (rycina 1). Zmiany naturalne wynikają z samej natury czynności pisania, natomiast zmiany nienaturalne stanowią konsekwencję nienaturalnych warunków pisania. Warunki pisania są nienaturalne, gdy istotnie odbiegają od warunków, w których uczymy się pisać. Z kolei następstwa zmian zamierzonych to takie zmiany, których piszący nie planował, a które pojawiły się w próbie jako skutek wprowadzenia do niej zmian zamierzonych.

4. Typy prób pisma ręcznego

Próby pisma ręcznego można podzielić według kryterium zmian obecnych w próbie na sześć podstawowych typów: naturalne, maskowane, naśladowane, kopiowane, niezamierzenie nienaturalne oraz mieszane (rycina 2).

4.1. Próba naturalna

Próba naturalna zawiera tylko nawyki oraz zmiany naturalne. Cechy graficzne różnią się częstością zmian naturalnych (albo poziomem naturalnej zmienności jak w przypadku zmiennych ilorazowych) [20, 21, 22, 24, 25, 30, 31, 34]. Poza różnicami pomiędzy cechami, regularnie stwierdzano znaczne różnice pomiędzy wykonawcami [20, 21, 22, 24, 25]. Ponadto porównanie wyników uzyskanych dla podpisów pełnobrzmiących i paraf wskazuje na istnienie znacznych różnic pomiędzy rodzajami podpisów [21, 24, 30, 31, 34]. Pomimo tej złożoności, pewne ogólne wzorce są wyraźne.

Po pierwsze, w przypadku podpisów wykazano, że cechy konstrukcyjne poziomu wyrazu lub litery mają wyraźnie niższą częstość zmian naturalnych niż cechy konstrukcyjne poziomu grammy [22]. Podobne wyniki uzyskał Eldridge i in. [6] w badaniach obszernych prób pisma. Ta sama prawidłowość wydaje się aktualna również dla cech mierzalnych [21]. Co ciekawe, prawidłowość ta może być odwrócona w przypadku cech topograficznych, albowiem stwierdzono wyższą częstość zmian naturalnych cech poziomu wyrazu w zestawieniu z cechami poziomu litery lub grammy [22, 25]. Po drugie, wydaje się, że wymiary pionowe są mniej zmienne niż wymiary

poziome, a nadto, że wymiary absolutne są mniej zmienne niż proporcje, jak to zademonstrowała Maciaszek [21] w badaniach paraf. Po trzecie, badania naturalnej zmienności cech mierzalnych ujawniły, że rozkład zmian w przypadku znacznej większości cech i wykonawców nie jest normalny, tylko asymetryczny, skośny dodatnio [21, 24]. W związku z powyższym, w przypadku większości cech mierzalnych próby naturalne mogą znacznie odchyłać się od wartości średniej dla danego wykonawcy. Jednak te znaczne odchylenia będą położone z reguły powyżej średniej. Po czwarte, zmiany naturalne mogą być powiązane z innymi zmianami naturalnymi. W badaniach podpisów regularnie stwierdzano takie powiązania pomiędzy zmianami naturalnymi cech konstrukcyjnych tej samej litery [23]. Klastry zmian stwierdzano również w przypadku tendencji linii podstawowej i przykrywowej w podpisie [25, Maciaszek, informacja od autorki], długości członów podpisu pełnobrzmiącego [24], długości i wysokości podpisu [8, 21], wysokości znaków nadlinijnych i śródlinijnych w podpisach pełnobrzmiących [30] oraz szerokości i wysokości pętlicy w parafie [21]. Wyniki te wskazują na pewne ogólne reguły rządzące grupowaniem się zmian w próbach naturalnych. Po pierwsze, wydaje się, że klastry zwykle składają się ze zmian tego samego elementu pisma (np. tej samej grammy, litery bądź wyrazu). W konsekwencji zmiany różnych elementów tego samego poziomu (np. różnych gramm albo różnych liter) można traktować jako pojawiające się niezależnie od siebie [23]. Po drugie, wyniki uzyskane dla podpisów pełnobrzmiących sugerują, że zmiany cech graficznych wysokiego poziomu (poziomu litery bądź wyższego) mogą pociągać za sobą zmiany cech niższego poziomu tego samego elementu pisma [23].

4.2. Próba maskowana

Próba maskowana zawiera zmiany maskujące oraz niezamierzone następstwa tych zmian. Próby te zwykle zawierają również nawyki oraz zmiany naturalne. Zmiany maskujące są następstwem zamiaru usunięcia nawyków indywidualizujących próbę. W większości przypadków jest to osiągane przez zastąpienie nawyków właściwościami nienawykowymi (czyli właśnie zmianami maskującymi). Tylko w przypadku tych nawyków, które nie są konieczne do rozpoznania elementu pisma (np. ozdobniki), maskowanie może być osiągnięte po prostu poprzez usunięcie nawyku bez wprowadzania w jego miejsce właściwości niebędącej nawykiem.

Badania maskowania ujawniły, że zmiany maskujące zwykle występują w ramach tych cech, które rzucają się w oczy i zarazem łatwo poddają się zmianom, jak np. konstrukcja majuskuł, nachylenie pisma albo jego wymiary [1, 5, 9, 10, 15, 16, 17, 26, 27, 33, przegląd w 12]. Z reguły wprowadzenie zmiany pociąga za sobą niezamierzone zmiany innych cech, jak to wykazali Regent

[32] oraz Jamieson [14] dla zmian zamierzonych nachylenia pisma. W konsekwencji nawet jeżeli wykonawca rozmyślnie zmienia tylko kilka nawyków, próba maskowana może zawierać wiele zmian, w tym liczne niezamierzone następstwa zmian maskujących. Stwierdzono, że większość prób maskowanych zawiera zmiany od 2 do 7 cech graficznych [17, 27]. Jednak w eksperymentach z pismem chińskim stwierdzono próby, w których zmiany występowały nawet w 18 cechach graficznych [17]. Co ciekawe, w sytuacji sporządzania kilku odseparowanych w czasie prób maskowanych te same nawyki podlegały zmianom [5].

Ponieważ trudno jest maskować nawyki w całej próbie, zwykle tylko niektóre elementy próby zawierają zmiany maskujące. W rezultacie w obrębie tych elementów próby, których nie poddano maskowaniu, mogą pojawić się zmiany naturalne. Liczba zmian naturalnych w typowej próbie maskowanej jest jednak niższa niż w próbie naturalnej. Podobnie liczba nawyków w próbach maskowanych jest niższa niż w próbach naturalnych. Ponadto w przypadku kilkogrammych prób maskowanych (np. prostych paraf) możliwe jest, że próba nie będzie zawierać żadnych nawyków ani żadnych zmian naturalnych.

4.3. Próba naśladowana

Próba naśladowana zawiera zmiany naśladowujące oraz niezamierzone następstwa tych zmian. Próby te zwykle zawierają również nawyki oraz zmiany naturalne. Zmiany naśladowujące wynikają z zamiaru odtworzenia elementów próby modelowej. Naśladowanie może być wykonane przy bieżącej obserwacji próby modelowej (tzw. próby naśladowane niewolniczo nazywane również próbami naśladowanymi ściśle) lub bez tej obserwacji (tzw. próby naśladowane swobodnie). Zwykle próba modelowa nie pochodzi od naśladowcy. Jednak w badaniach maskowania stwierdzono, że kilku wykonawców naśladowało swój własny podpis [10, 26]. Próby te sklasyfikowano pierwotnie jako próby maskowane [10, 26]. Wydaje się jednak, że ze względu na naturę procesu kreślenia – który był w tym przypadku naśladowaniem – próby te powinny być traktowane jako naśladowane, a nie maskowane. W przypadku tych „autonaśladownictw” [28] (które określane są również jako „autofalszerstwa” [12]) próbą modelową nie jest rzeczywista próba, ale raczej pamięciowa reprezentacja próby. W rezultacie jest to trzeci podtyp prób naśladowanych (rycina 3).

Badania naśladowania *sensu stricto* ujawniły, że większość wykonawców naśladowuje cechy rzucające się w oczy, jak na przykład konstrukcja liter lub nachylenie pisma, pomijając zarazem cechy bardziej subtelne [2, 10, 18]. Podtypy prób naśladowanych różnią się cechami, w ramach których występują zmiany naśladowujące. W przypadku prób naśladowanych niewolniczo naśla-

dowcy bardziej dokładnie odtwarzają wygląd próby modelowej niż w przypadku prób naśladowanych swobodnie. W konsekwencji te pierwsze zawierają znacznie więcej zmian naśladowanych w ramach cech konstrukcyjnych aniżeli te drugie. Obydwa podtypy różnią się również liczbą niezamierzonych następstw zmian naśladowanych. Próby naśladowane niewolniczo zawierają znacznie więcej tego rodzaju zmian (zwykle w ramach cech motorycznych) aniżeli próby naśladowane swobodnie. Jeżeli chodzi natomiast o próby autonaśladowane, wydaje się, że są one bardziej podobne do prób naśladowanych niewolniczo, albowiem zawierają również wiele zmian niezamierzonych wynikających z procesu autonaśladowania. Próby te jednak zwykle bardzo dokładnie odzwierciedlają zarówno łatwo dostrzegalne, jak i subtelne właściwości próby modelowej, co stanowi najważniejszą różnicę pomiędzy nimi a próbami naśladowanymi *sensu stricto*. Ponadto istnieją znaczne różnice pomiędzy naśladowcami, jak to zademonstrowali Dewhurst i in. [4], wykazując, że w przypadku podpisów naśladowanych przez wykonawców biegłych w kaligrafii, eksperci dokumentów wydali około czterokrotnie więcej błędnych opinii niż w przypadku podpisów naśladowanych przez laików. Wyższa jakość prób naśladowanych przez specjalistów kaligrafii miała swoje źródło najprawdopodobniej w tym, że wykonawcy ci odtworzyli znacznie więcej cech graficznych niż laicy.

W zestawieniu z próbami naturalnymi, próby naśladowane zawierają z reguły znacznie mniej nawyków i zmian naturalnych. Ponadto niektóre z nich, jak na przykład proste podpisy naśladowane niewolniczo, mogą w ogóle nie zawierać nawyków i zmian naturalnych. Właśnie dlatego indywidualizacja prób naśladowanych, w tym zwłaszcza naśladowanych niewolniczo, jest często niemożliwa [11, 29].

4.4. Próba kopiowana

Próba kopiowana zawiera zmiany kopiujące oraz niezamierzone następstwa tych zmian. Próby te mogą zawierać również nawyki oraz zmiany naturalne, jednak zwykle jest ich znacznie mniej niż w przypadku innych typów prób. Z tego powodu próby kopiowane z reguły nie nadają się do indywidualizacji. Zmiany kopiujące, podobnie do zmian naśladowanych, wynikają z zamiaru odtworzenia elementów próby modelowej. To odtworzenie osiągnięte jest jednak poprzez kreślenie według jakiejś fizycznej linii wiodącej, co odróżnia zmiany kopiujące od innych typów zmian. Takie kopiowanie może być wykonane kilkoma technikami [7, 11, 12]. W rezultacie można odróżnić kilka podtypów prób kopiowanych (rycina 4).

Badania kopiowania ujawniły, że niezależnie od użytej techniki, zmiany kopiujące obecne są w ramach cech konstrukcyjnych, mierzalnych i topograficznych,

natomiast ich niezamierzone następstwa występują zwykle w ramach cech motorycznych [10, 19]. Oczywiście pewne różnice ilościowe mogą istnieć zarówno między próbami kopiowanymi z zastosowaniem różnych technik, jak i między próbami kopiowanymi przez różnych wykonawców.

4.5. Próba niezamierzenie nienaturalna

Próba niezamierzenie nienaturalna zawiera zmiany nienaturalne. Zwykle próby te zawierają również nawyki oraz rzadziej zmiany naturalne. Te drugie obecne są w tych przypadkach, gdy dany nienaturalny warunek wpływa na pisanie tylko w pewnych momentach podczas kreślenia. Ponadto próby te mogą zawierać zamierzone następstwa zmian nienaturalnych. Zmiany tego rodzaju wprowadzane są, gdy piszący – świadom nienaturalnych warunków pisania (lub wynikających z tych warunków zmian w próbie) – dostosowuje swoje pismo do tych warunków.

Wiele różnych czynników może spowodować zmiany nienaturalne (rycina 5). Niektóre z nich leżą po stronie wykonawcy (czynniki endogenne), inne natomiast leżą po stronie okoliczności pisania (czynniki egzogenne). Szerokiego przeglądu badań ujawniających związki pomiędzy poszczególnymi czynnikami i cechami graficznymi dokonali Huber i Headrick [12].

4.6. Próba mieszana

Próba mieszana zawiera zmiany zamierzone, ich niezamierzone następstwa oraz zmiany nienaturalne. Próby te mogą również zawierać nawyki, zmiany naturalne oraz zamierzone następstwa zmian nienaturalnych. Główne podtypy prób mieszanych to próby maskowane, kopiowane albo naśladowane, które nakreślone zostały przy jednoczesnym wpływie jakiegoś nienaturalnego warunku pisania.

5. Klasyfikowanie prób pisma ręcznego

Klasyfikowanie to zaliczanie obiektów do klas wyróżniających się pewnymi wspólnymi właściwościami tworzących je obiektów [13]. Klasyfikując obiekt (tutaj próbę pisma), przyporządkowujemy go do jednej z istniejących kategorii (tutaj typów prób pisma), analizując w tym celu zmienne klasyfikujące (tutaj cechy graficzne przydatne do rozróżniania pomiędzy typami prób).

Niestety brak jest kontrolowanych badań cech graficznych potencjalnie przydatnych do klasyfikowania prób pisma [zob. jednak 28]. Pewne wnioski można wyciągnąć z prac poświęconych poszczególnym typom prób [np. 10, 17, 19, 26], prace te nie mogą jednak stanowić

podstawy do oceny zakresu, w jakim poszczególne cechy nadają się do klasyfikowania prób pisma.

Najpewniej najbardziej użyteczne są cechy motoryczne. Odróżniają one próby naturalne od innych typów prób (tabela I). Próby naturalne charakteryzują się płynną linią graficzną, brakiem wewnątrzgrammowych zatrzymań i oderwań narzędzia pisarskiego od podłoża, zmiennym cieniowaniem oraz adiustacyjnymi gramkami wybiegowymi. Ten zespół właściwości, w olbrzymiej większości przypadków, może być z powodzeniem wykorzystywany do klasyfikowania prób jako naturalne. Przypuszczalnie to właśnie wyraźne różnice w cechach motorycznych pomiędzy próbami naturalnymi i nienaturalnymi legły u podstaw bardzo wysokiego poziomu sukcesu, jaki osiągają eksperci pisma ręcznego w odróżnianiu prób naturalnych od maskowanych czy naśladowanych, jak to ostatnio wykazali Bird i in. [3]. Ponadto cechy motoryczne wydają się odpowiednio do odróżniania prób kopiowanych od innych typów prób (tabela I). Próby kopiowane wykonane są przy jednostajnie intensywnej świadomej kontroli narzędzia pisarskiego, co skutkuje zaburzoną linią pisma (ciężkie, „sztukowane” grammy), wewnątrzgrammowymi zatrzymaniami lub oderwaniami narzędzia pisarskiego od podłoża, stałym cieniowaniem i tępym finalizowaniem gramm wybiegowych. Cechy motoryczne mogą być również przydatne w rozróżnianiu prób zamierzenie i niezamierzenie nienaturalnych (tabela I). Jeżeli chodzi o inne cechy graficzne, to zwłaszcza poziom zmienności cech mierzalnych czy konstrukcyjnych, rozpatrywany wewnątrz próby, może być użyteczny w odróżnianiu prób maskowanych od innych typów prób (tabela I).

Wydaje się, że żadna cecha graficzna z osobna nie wystarczy do zaklasyfikowania próby pisma ręcznego do określonego typu. Tylko zespoły cech mogą dać satysfakcjonujące dokładne wyniki klasyfikowania, jak w przypadku prób naturalnych i kopiowanych. Przyszłe badania powinny zatem skoncentrować się na zespołach właściwości, które są potencjalnie specyficzne dla poszczególnych typów prób. Oczywiście szczególnie trudne może być klasyfikowanie prób granicznych. Dobrym przykładem jest krótka próba maskowana, w której tylko 1–2 nawyki podlegały maskowaniu. Próby takie mogą nie zawierać oznak świadomej kontroli narzędzia pisarskiego i w rezultacie mogą być nie do odróżnienia od prób naturalnych. Inne przykłady to krótkie próby naśladowane swobodnie, w których obecnych jest bardzo niewiele zmian naśladowujących. Ponownie, istotne problemy mogą pojawić się podczas klasyfikowania takich prób, albowiem mogą one być nieodróżnialne od prób naturalnych lub maskowanych.